Edilson Antonio Catapan
(Organizador)

Inovação, desenvolvimento e tecnologia voltados para as ciências agrárias

Vol. 01

Brazilian Journals Editora
2021

Editora Executiva: Barbara Luzia Sartor Bonfim Catapan
Diagramação: Aline Barboza
Edição de Arte: Aline Barboza
Revisão: Os Autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C357i Catapan, Edilson Antonio

Inovação, desenvolvimento e tecnologia voltados para as ciências agrárias / Edilson Antonio Catapan. São José dos Pinhais: Editora Brazilian Journals, 2021.
243 p.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui: Bibliografia
ISBN: 978-65-86230-59-8.

1. Exploração terra. 2. Tecnologia voltada para a ciências agrárias. I. Catapan, Edilson Antonio II. Título

Brazilian Journals Editora
São José dos Pinhais – Paraná – Brasil
www.brazilianjournals.com.br
editora@brazilianjournals.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra intitulada "Inovação, desenvolvimento e tecnologia voltados para as ciências agrárias", publicada pela Brazilian Journals, apresenta um conjunto quinze capítulos que visa abordar aspectos de exploração da terra, de criação de animais e de cultivo de vegetais.

Logo, os artigos apresentados neste volume abordam: a utilização de glifosato no cultivo de café, um estudo epistemológico; soluções alternativas para o tratamento, disposição ou reutilização de dejetos animais provenientes de atividade suinícola no Brasil; moringa oleifera LAM.: extração de compostos, análise bioquímica, antioxidantes e sua importância no controle de mancha foliar em plantas de cevada; efeito dos metabólitos e extratos de *pisolithusmicro carpus* na qualidade pós-colheita do morango; fauna de peixes em lagos de meandro abandonado no médio rio Purus na região amazônica neotropical, entre outros.

Dessa forma, agradecemos aos autores por todo esforço e dedicação que contribuíram para a construção dessa obra, e esperamos que este livro possa colaborar para a discussão e entendimento de temas relevantes para a área de educação, orientando docentes, estudantes, gestores e pesquisadores à reflexão sobre os assuntos aqui apresentados.

Edilson Antonio Catapan

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01

PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E BROMATOLÓGICA DE SILAGEM ÁCIDA DE VISCERAS DE SUÍNO

Eduardo Rodrigues de Silva
Formação acadêmica: Médico Veterinário Autônomo
Endereço: Av. Paraná, 5677 – Boa Esperança, Rolim de Moura/RO, Brasil.
E-mail: edu.rodriguesrm@gmail.com

Jucilene Cavali
Formação acadêmica: Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa
Instituição: Universidade Federal de Rondônia/Dep. Zootecnia
Endereço: Rua da Paz, 4376 – Lino Alves Teixeira, Presidente Médici/RO, Brasil.
E-mail: jcavali@unir.br

Marlos Oliveira Porto
Formação acadêmica: Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa
Instituição: Universidade Federal de Rondônia/Dep. Zootecnia
Endereço: Rua da Paz, 4376 – Lino Alves Teixeira, Presidente Médici/RO, Brasil.
E-mail: marlosporto@unir.br

Raul Dirceu Pazdiora
Formação acadêmica: Doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Instituição: Universidade Federal de Rondônia/Dep. Zootecnia
Endereço: Rua da Paz, 4376 – Lino Alves Teixeira, Presidente Médici/RO, Brasil.
E-mail: raul.pazdiora@unir.br

Igor Mansur Muniz
Formação acadêmica: Doutor em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Fluminense Instituição: Universidade Federal de Rondônia/Dep. Medicina Veterinária
Endereço: Av. Norte Sul, 7300 – Nova Morada, Rolim de Moura/RO, Brasil
E-mail: igor.mansur@unir.br

Jerônimo Vieira Dantas Filho
Formação acadêmica: Doutorando Instituição: Universidade Federal de Acre
Endereço: Rodovia BR364, km 04 – Distrito Industrial, Rio Branco/AC, Brasil.
E-mail: jeronimovdantas@gmail.com

Elvino Ferreira
Formação acadêmica: Doutor em Agronomia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Instituição: Universidade Federal de Rondônia/Dep. Medicina Veterinária
Endereço: Av. Norte Sul, 7300 – Nova Morada, Rolim de Moura/RO, Brasil
E-mail: elvino@unir.br

RESUMO: Como o objetivo de aproveitar vísceras de suínos para alimentação animal foi realizado seu processamento e produção na forma de silagem mediante o uso dos ácidos clorídrico, muriático, acético e a combinação do acético com fosfórico. Aos 15

dias do período experimental não se observou o crescimento de microrganismos patogênicos na avaliação para coliformes totais, fecais, *Escherichia cole* e termotolerantes, sendo o mesmo confirmado aos 30 dias. Para avaliação bromatológica houve dificuldade na obtenção do dado de matéria seca quando no uso de estufa ou estufa a vácuo, sendo o mesmo obtido por liofilização. Com a análise de variância e o emprego do teste t se obteve contraste de médias para os tratamentos apesar de o material inicial estar homogêneo. Encontrou-se amplitude de 87,1 a 95,3 % para matéria seca, de 27,7 a 47,5 % para proteína bruta, de 20,6 a 63,3 % para o extrato etéreo e de 2,1 a 7,7 % para matéria mineral, sendo tal variação devido aos tratamentos e ao manejo de retirada de gordura flotante. Diferença de 40 % foi obtida com o cálculo para energia bruta. As diferenças observadas não invalidam o potencial de uso de vísceras desuínos como silagem na forma úmida ou, com sua adequada desidratação, como produto proteico energético.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade. Vísceras não comestíveis. Reação de Maillard.

ABSTRACT: As the objective of using swine viscera for animal feed was its processing and production in the form of silage through the use of hydrochloric, muriatic, acetic acids and the combination of acetic and phosphoric. At 15 days of the experimental period, the growth of pathogenic microorganisms was not observed in the evaluation for total coliforms, fecal coliforms, *Escherichia cole* and thermotolerant, and the same was confirmed at 30 days. For bromatological evaluation, it was difficult to obtain the dry matter data when using an oven or vacuum oven, the same being obtained by freeze-drying. With the analysis of variance and the use of the t-test, contrast of means for the treatments was obtained despite the initial material being homogeneous. Amplitude of 87.1 to 95.3 % was found for dry matter,from 27.7 to 47.5 % for crude protein, from 20.6 to 63.3 % for the ether extract and from 2.1 to 7,7 % for mineral matter, such variation due to the treatments and the management of removal of floating fat. A 40 % difference was obtained with the calculation for gross energy. The differences observed do not invalidate the potential for using swine viscera as wet silage or, with its adequate dehydration, as an energy protein product.

KEY-WORD: Sustainability. Inedible viscera. Maillard reaction.

1. INTRODUÇÃO

O aproveitamento de resíduos de origem animal é de interesse tanto do ponto de vista ambiental, no sentido de minimizar problemas de poluição pelo descarte incorreto, quanto alimentar, pois poderepresentar uma fonte de nutrientes alternativa a servir como ingrediente em rações para animais de interesse zootécnico.

O Brasil se destaca na criação de bovinos, aves e de suínos para corte (SANTOS, 2016). No caso dos suínos o país ocupa o quarto lugar, estando atrás de países como China, União Europeia e EUA. Estima-se que as posições deste ranking não devem ser alteradas em curto ou médio prazo (ITO *et al*., 2016).

Como ocorre com as outras atividades pecuárias em suinocultura também há a necessidade dereduzir os custos de produção como de se produzir de maneira mais eficiente (SANTOS, 2016) e dentro desse planejamento deve ser considerado a destinação dos resíduos gerados com a atividade. Estima-se que os níveis de mortalidade dos animais ocorram entre 3 a 5 % e que o volume de dejetoslíquidos é de 47,1 litros por animal por dia (BRASIL, 2016). O rendimento médio de carcaça de suínos está variando 71,16 e 71,78 % do peso vivo (COSTA, 2015), portanto, quase 30 % do peso vivonão são aproveitados e considerados descarte de abate.

Dentre as opções para aproveitamento há o método de ensilagem ácida, considerado simples e de fácil manipulação, pois não há necessidade de ferramentas ou produtos de alto custo, sendo acessível a produtores rurais (MAIA JUNIOR; OLIVEIRA, 2013). A silagem produzida praticamente não apresenta odores, não necessita de refrigeração e mantem por longo tempo sua validade, apesardo volume pastoso produzido ser uma desvantagem quanto ao seu armazenamento (CARMO, 2009). A conservação dos resíduos tem por princípio básico a redução do pH e à hidrolise proteica do material ensilado. Para tanto pode ser adicionado ao material ácido orgânico ou inorgânico (silagem ácida), microrganismos, como *Lactobacillus* e fonte de carboidratos para fermentação produção deácido lático (silagem biológica), e mesmo a utilização de enzimas proteolíticas que fazem a liquefaçãodo material (silagem enzimática) (BENITES, 2003; GONÇALVES; VIEGAS, 2007; CARMO *et al*., 2008; MACHADO, 2010).

O aproveitamento de resíduos, com sua transformação em alimento é de interesse para sociedade já que representa uma das formas de tornar os agroecossistemas mais sustentável econômico e ambientalmente. Assim, esse

trabalho teve como objetivo avaliar o processo deprodução de ensilagem ácida de vísceras de suínos visando sua possibilidade de uso como fonte alimentar.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no laboratório de Anatomia Animal da Universidade Federal de Rondônia, *Campus* Rolim de Moura, situado na Avenida Norte Sul, nº 7300, bairro Nova Morada do município de Rolim de Moura – RO. O município encontra-se a 232 m acima do nível do mar, em latitude 11º 30' 48" Sul e longitude 61º 46' 47" Oeste (IBGE, 2019).

No período de agosto de 2017 foi produzida a silagem ácida com vísceras de suínos (Estômago e intestinos de *Sus scrofa domesticus*) doadas por um produtor da região (Figura 1 A). As vísceras foram lavadas em agua corrente com o intuito de retirar o excesso do conteúdo intestinal (Figura 1 B), sendo após, passadas em um moedor carne elétrico convencional marca ECCEL n. 10, de modo a ser obtido um produto com textura pastosa e homogênea (Figura 1 C).

Figura 1: Resíduos de abate de suínos (A). Higienização das vísceras (B). Processamento de moagem em um moedor de carnes tipo ECCEL número 10 (C).

Fonte: Os Autores.

Posteriormente, essa massa homogênea foi dividida e distribuída em embalagens plásticas de 1 litro, com tampa, as quais receberam 500g. Para os tratamentos foi usado ácido Clorídrico PA na proporção de 17,5 % da massa ensilada (BEERLI *et al*., 2004) sendo usado também sua versão comercial, ou seja, ácido muriático, a fim de ser avaliada outra oportunidade de aquisição à produtores. Também foram avaliadas as silagens tratadas com ácido Acético Glacial PA, na proporção de 15 % da massa ensilada e a combinação de ácido Fosfórico PA e ácido Acético PA na proporção de 2 e 3 %, respectivamente da massa ensilada, como citado por Inocente Filho (2011), contudo, sem a adição de 0,1 % de antioxidante BHT

(Hidroxibutilanisol na diluição 20g $100mL^{-1}$ de álcool etílico) e 0,1 % de antifúngico (ácido sórbico na diluição 10g $100mL^{-1}$ de álcool etílico), conforme recomenda o autor. Os tratamentos foram ensaiados em triplicata e as especificações dos ácidos usados estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1: Principais características dos ácidos usados para produção da silagem ácida de vísceras de suínos

Especificação	Ácidos			
	Clorídrico[1]	Muriático[2]	Acético Glacial[3]	Fosfórico[4]
Teor (%)	36,5 a 38,0%	54 a 83	≥ 99,8	≥ 85,0
Álcool etílico (%)	7 a 13	-	-	-
Chumbo (mg kg^{-1})	≤ 1	-	≤ 1	≤ 10
Ferro (mg kg^{-1})	≤ 0,2	-	≤ 1	≤ 30
Sulfato (mg kg^{-1})	≤ 1	-	≤ 1	≤ 500

Fontes: [1, 3, 4] Neon Comercial, Suzano, 2017; [2]Resicolor Tintas, Siderópolis, 2011.

Os silos foram enumerados, tampados e deixados em repouso na vertical (Figura 2). Duas vezespor dia, durante a primeira semana, revolveu-se a ensilagem com a utilização de um bastão de vidro para obter sua homogeneização. Após a preparação das silagens foi monitorado pH, por meio de um pHmetro digital de bancada, e realizado o acompanhamento observando-se à cor, aroma e textura, como descrito por BEERLI *et al*. (2004).

As amostras foram submetidas a análise microbiológica aos 15 e 30 dias do período experimental (OLIVEIRA *et al*., 2006), usando-se o método que determina o número mais provável (NMP) de coliformes totais fecais, utilizando a metodologia do Manual de Sistemática Bacteriana de Bergey's (KRIEG; HOLT,1984), por meio da técnica dos tubos múltiplos com tubos de Durham (trêsséries de três tubos de cada diluição 10^{-1}, 10^{-2} e 10^{-3}. Para o teste presuntivo utilizou-se o caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) e a confirmação em caldo verde brilhante incubado a 35º C, durante 24 horas. Os coliformes incubados a 35 ºC e pesquisados em tubos contendo caldo EC, com posterior inoculaçãoa 45 ºC durante 24 horas, em banho-maria, com tubos de cultivo em triplicata.

Após confirmada a ausência de crescimento bacteriano ou alterações que indicassem problemasde conservação, as amostras foram submetidas à secagem e a análise bromatológica (SILVA; QUEIROZ, 2009).

Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizados, com três repetições, sendo usado o teste "t" para o contraste de médias através do pacote estatístico de acesso livre Assistat 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No processo de limpeza para o preparo dos intestinos de suíno a ser moído e ensilado se obteve maior dificuldade na porção do intestino grosso em relação ao delgado. Tal dificuldade pode ser atribuída a sua função já que é a parte onde ocorre material mais digerido e maior absorção de água para a formação das fezes (GUEDES, 2015). Sua coloração mais escura (acinzentada) que as demais partes da amostra, se comparadas ao trato superior (rosa), geram um tom rosa acinzentada com a homogeneização (Figura 2B).

Figura 2: Processamento do intestino para ensilagem. Limpeza da região de intestino grosso (A) e os intestinos homogeneizados após a moagem (B)

Fonte: Os Autores.

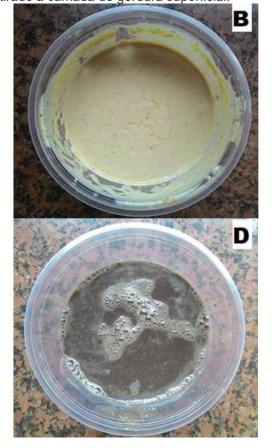
Com o possível efeito tamponante promovido por proteínas e outras substâncias se monitorou diariamente, na primeira semana, os níveis de pH de cada tratamento, mas deste o primeiro dia de ensilagem não foi observado oscilações que justificassem a adição de ácido a fim de manter a massa a pH ≤ 4,0 (OLIVEIRA *et al*., 2006; FELTES *et al*., 2010).

As quantidades de ácido adicionadas à massa a ser ensilada poderiam ser reduzidas já que, desde o primeiro dia foi obtido pH ≤ 4,0, nível necessário para conservação da silagem, sendo: 0,2 para o tratamento com ácido Clorídrico; 0,6 para o ácido muriático; 3,3 para o ácido acético e, 2,3 para combinação de ácido acético e fosfórico. Esses níveis se mantiveram até a última avaliação aos 30 dias do período de produção da silagem. Tais concentrações podem representar dificuldade para sua inclusão como ingrediente já que estão muito ácidas e para o ajuste, caso NaOH seja utilizado, há a preocupação para que os níveis de sódio não sejam elevados já se

recomenda para produção de suínos 0,20 % de sódio para animais em lactação e 0,15 % para as demais categorias (EMBRAPA, 2003).

Para a massa ensilada não foi observado, durante o período experimental de 30 dias, crescimento de bactérias ou mofos, nem mesmo odor pútrido sendo isso indicativo de conservação do material ensilado. Tal condição é de interesse uma vez que mesmo em pH 4,0 pode ocorrer o crescimento de fungos do gênero *Mucor* e *Rhyzophus* como relatado em silagem de vísceras de peixes(VIEIRA *et al*., 2015).

Para a silagem foi observado no decorrer dos primeiros 15 dias alteração dos aspectos físicosda matéria ensilada, com mudança de textura e coloração do produto. O tratamento com o ácido acético e sua combinação com ácido fosfórico, apresentaram coloração marrom clara e textura pastosa (Figura 3 A e B). Para o tratamento com ácido muriático obteve cor marrom claro (Figura 3 C), e umaconsistência menos pastosa e mais liquida em relação aos anteriormente citados. Para o tratamento com ácido clorídrico, diferentemente dos demais, apresentou uma coloração marrom mais escura e consistência mais liquida (Figura 3 D).

Figura 3: Silagem ácida de intestinos de suíno com, ácido acético (A), ácido fosfórico e acético (B), ácido Muriático (C) e ácido clorídrico (D), já retirado a camada de gordura superficial.

Fonte: Os Autores.

Desde a aplicação dos tratamentos até o final do o período experimental, de 30 dias, as características aromáticas das amostras ensiladas, que tinham odor característico de vísceras de suínos, passaram a ter um aroma “ácido”, menos intenso nas amostras com ácido acético e a combinação de ácido fosfórico e acético, e mais intenso e menos tolerável nas amostras com ácido muriático e marcante com o ácido clorídrico PA.

Durante o período experimental foi observado flotação de gordura na superfície das amostras, sendo mais liquefeita no tratamento de ácido muriático (Figura 4A), grumosa no tratamento com o ácido clorídrico (Figura 4B) e sem evidenciação nos tratamentos com o ácido acético e sua combinação com ácido fosfórico. Essa camada de gordura foi cuidadosamente retirada a fim de não oxidar a ensilagem, conforme recomendado na literatura (VIDOTTI; GONÇALVES, 2006).

Figura 4: Camada superficial de gordura em estado líquido na amostra com o tratamento de ácido Muriático (A).Camada superficial de gordura solida em formas de grumos na amostra com o tratamento de ácido clorídrico (B).

Fonte: Os Autores.

Para a verificação de microrganismos patogênicos foi realizada aos 15 dias a avaliação sanitária (Oliveira *et al*., 2006) com a técnica dos tubos múltiplos com tubos de Durham, não sendo observado desenvolvimento de coliformes totais, coliformes fecais, bactérias heterotróficas outermotolerantes. Esse resultado se manteve aos 30 dias com a repetição deste procedimento estando às amostras prontas para serem analisadas bromatologicamente (Figura 5).

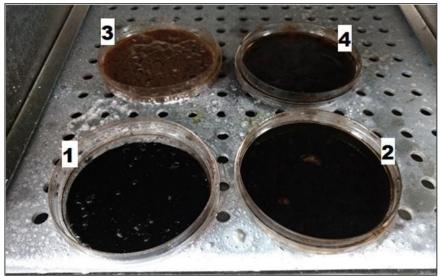
Figura 5: Amostras de vísceras de suínos após 30 dias da técnica de ensilagem ácida.

Fonte: Os Autores.

Uma vez obtido resultados negativos quanto as análises sanitárias procedeu-se as análises bromatológicas. Para tanto, a primeira etapa está no conhecimento do teor de matéria seca (MS) das amostras. Convencionalmente, isso é obtido com secagem a estufa de ventilação forçada a 65 ºC (pré-secagem) e posteriormente a 105 ºC (secagem definitiva) (DETMANN *et al*., 2012). Contudo, tal procedimento não foi satisfatório devido as amostras permanecerem em estado líquido. Tal fato pode estar relacionado ao ataque ácido nos ácidos graxos constitutivos da gordura dos suínos como ácido Mirístico C14:0; Palmítico C16:0; Esteárico C18:0; oleico C18:1; linoleico C18:2 entre outros (ABREU *et al*, 2014) gerando ácidos graxos de cadeia curta ou média, sendo que quanto menor é a cadeia carbônica de um ácido graxo, maior é a tendência do lipídio a ser líquido em temperatura ambiente (PUPA, 2004).

Devido a isso foram feitos outros dois métodos para a secagem das amostras, sendo utilizadaa liofilização a secagem em estufa a vácuo, a fim de permitir a geração do dado de conteúdo de matéria seca pertinente a bromatologia.

Para o método de secagem a vácuo, também não se obteve resultado satisfatório, devido a diferenças quanto à fluidez e também cor das amostras. As amostras tratadas com ácido clorídrico e muriático se tornaram mais densas, mas com consistência pastosa, apresentando coloração mais escura ou mesmo preta. Com os tratamentos com ácido acético e a combinação de ácido fosfórico e acético foi obtido consistência densa, mas não totalmente solido e com coloração marrom mais escuro do que o obtido no processo de ensilagem (Figura 6).

Figura 6: Silagem ácida de vísceras de suínos após secagem a vácuo, sendo tratadas com ácido clorídrico (1), muriático (2), acético (3) e a combinação de ácido fosfórico e acético (4).

Fonte: Os Autores.

Para o resultado observado com o procedimento de secagem a vácuo uma possível explicação está na reação de Maillard a qual gera escurecimento não enzimático, devido a ligação de açucares redutores e aminoácidos quando ocorre aumento de temperatura. Com a condensação dessas moléculas há a perda de água, gerando melanoidinas, compostos de coloração marrom e alto peso molecular, o que produz os tons escuros nas amostras. Os alimentos que contém altos teores de gordura apresentam maiores níveis de reação de Maillard, devido ao favorecimento de ligações entre as aminas e os produtos da oxidação lipídica (SHIBAO, 2011).

A técnica de secagem por liofilização consiste na retirada da umidade contida no material através do congelamento da parte líquida e posterior sublimação do gelo (MARQUES, 2008), também sendo utilizada para a secagem das amostras. O emprego desta técnica proporcionou resultados satisfatórios quanto a obtenção do dado de matéria seca das amostras (Figura 7 A e B), e não apresentando forte alteração para cor em relação ao material original, sendo possível a realização das análises bromatológicas.

Figura 7: Silagem ácida de vísceras de suínos sendo liofilizadas (A) e após a liofilização (B) sendo tratadas com:ácido acético (1), clorídrico (2), associação de acético e fosfórico (3) e muriático (4).

Fonte: Os Autores.

Com as análises bromatológicas e, apesar de ser usado o mesmo substrato homogeneizado, foram observadas diferenças significativas em relação aos teores de matéria seca e nutrientes (Tabela2). O menor nível em matéria seca obtido com a adição de ácido clorídrico PA possivelmente está relacionado com a retirada da gordura em flotação, além da contínua quebra dos componentes teciduais que, com a hidrólise e formação de umidade, resultaram em alteração nestas relações em comparação aos outros tratamentos (BARCZA, 2010).

Tabela 2: Composição química e energética da silagem ácida de resíduos de suínos.

	MS %	PB %	EE %	MM %	EB (kcal kg^{-1})*
Tratamentos			% da MS		
Ácido Acético	93,64 a	29,54 c	63,31 a	2,14 c	7620
Ác. Fosfórico + Acético	95,33 a	27,67 c	44,77 b	7,73 a	5770
Ác. Clorídrico	87,11 b	47,52 a	20,64 d	3,79 b	4620
Ác. Muriático	92,51 a	40,44 b	31,58 c	2,63 bc	5250

*Energia bruta (EB) calculada pelos seguintes índices: 5,65 kcal g^{-1} de PB, 9,35 kcal g^{-1} de EE. Letras diferentes nascolunas indicam diferença significativa pela análise do teste *t* a nível de 5 % de probabilidade.

Para os níveis de proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral e energia, as diferenças observadas também podem ser atribuídas ao manejo da massa, ou seja, aos diferentes níveis de facilidade de retirada da camada de gordura sobrenadante em relação aos tratamentos, a fim de minimizar a rancificação do material (BEERLI *et al.*, 2004).

Em relação ao emprego de subprodutos as farinhas de vísceras ou de penas podem substituir em 30 % a composição de uma ração de referência para aves (NASCIMENTO *et al.*, 2002). Todavia,para farinhas o tamanho e a consistência das partículas podem influenciar sensorialmente as aves afetando o consumo de alimento (NASCIMENTO *et al.*, 2002). Já a consistência pastosa da silagemácida pode não causar problema com sua incorporação a outros ingredientes.

Em função dos níveis de proteína (>20 %) e de energia (Andriguetto *et al.*, 1986) tem- se, com adequada desidratação, a obtenção de um produto proteico energético a partir da silagem ácida de resíduos de suínos. Cabe ressaltar que o teor mais elevado em proteína bruta se deu com o uso de ácido clorídrico PA, mas pensando em acessibilidade para práticas em agricultura familiar, por exemplo, o ácido muriático deverá ser considerado. Para o emprego dos diferentes tratamentos deve ser observa o adequado equilíbrio de energia com os demais nutrientes quando na composição de rações. Pelos dados gerados neste trabalho indica-se potencial de uso desta tecnologia propiciando condições de contribuir com a sustentabilidade econômica e ambiental em sistemas de criação de suínos.

4. CONCLUSÃO

Os procedimentos de limpeza de vísceras de suínos em água corrente visando sua preparaçãoa ensilagem ácida apresenta maior dificuldade com o intestino grosso, mas isso não compromete a qualidade do material ensilado.

Menor quantidade de ácidos pode ser usadas para a obtenção de pH adequado ao processamento.

Com 15 dias de tratamento ácido o material não apresenta comprometimento microbiológicoo que habilita seu uso para emprego alimentar.

Os níveis de nutrientes foram influenciados pelos tratamentos, pela ação ácida e com o manejo de retirada de gordura flotante.

REFERÊNCIAS

ABREU, R. C., KIEFER, C., AVES, F. V., COELHO, R. G., MARÇAL, D. A. Perfil lipídico da carne e gordura de suínos alimentados com milheto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n. 1, p. 135-140. 2014.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J.S.; SOUZA, G. A.; BONA FILHO, A. Nutrição Animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal/ alimentos. 2ªEd., São Paulo: Nobel, v. 1, 1986, 395 p.

BARCZA, M. V. **Hidrólise**. Escola de Engenharia de Lorena, EEL. USP, 2010. Disponível em: <http://www.dequi.eel.usp.br/~barcza/Hidrolise.pdf> Acesso em 10 jul. 2017.

BEERLI, E. L.; BEERLI, K. M. C.; LOGATO, P. V. R. Silagem ácida de resíduos de truta (*Oncorhynchus mykiss*), com a utilização de ácido muriático, **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n.1, jan./fev. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542004000100026>. Acessoem: 10 jul. 2017.

BENITES, C. I. **Farinha de silagem de resíduo de pescado**: elaboração, complementação com farelo de arroz e avaliação biológica em diferentes espécies. 2003. 159 p. Dissertação (Mestrado emEngenharia e Ciência dos Alimentos) - Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande,2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Suinocultura de baixa emissão de carbono: Tecnologias de produção mais limpa com aproveitamento econômico dos resíduos da produção de suínos. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/ Secretaria de Mobilidade Social, do produtor rural e do cooperativismo. Brasília, MAPA. 2016. 100p.

CARMO, J. R.; PIMENTA, J. C.; PIMENTA, M. E. S. G.; OLIVEIRA, M. M.; LOGATO, P. V. R.; FERREIRA, L. O. Caracterização de silagens ácida de resíduos de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, p. 664-672, 2008.

CARMO, J. R. do. **Qualidade de silagens ácidas de resíduos da filetagem de tilápia (Oreochromisniloticus) elaboradas com ácidos orgânicos.** 2009. 157 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

COSTA, H. M. G. **Estudo prévio sobre a carcaça de suínos da raça Bísara, de peso vivo de 10 a 65 kg**. 2015. 59 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Ciência Animal) - Escola Superior Agráriade Bragança, Bragança, 2015.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A,C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análise de alimentos.** Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012. 214 p.

EMBRAPA. Produção de Suínos – Nutrição. In: Sistemas de Produção. EMBRAPA/ Suínos e Aves.Jul. 2003. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/suinos/nutricao.html. Acesso em 19 de maio de 2020.

FELTES, M. M. C.; CORREIA, J. F. G., BEIRÃO, L. H., BLOCK, J. M., NINOW, J. L.; SPILLER, V. R. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Rev. bras.eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 14,n. 6, 2010. Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-

43662010000600014&lng=en&nrm=iso. Access on 27 July 2019.

GONÇALVES, L. U.; VIEGAS, E. M. M. Produção, caracterização e avaliação biológica de silagensde resíduos de camarão para tilápia-do-Nilo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** Belo Horizonte, v. 59, n. 4, p. 1021-1028, ago. 2007.

GUEDES, M. R. A. **Ensino de anatomia e fisiologia do sistema digestório humano mediado porsala ambiente**. 2015. 72 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente) - Fundação Oswaldo Aranha, Volta Redonda, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/ Cidades Brasil, 2019. Disponível em: https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-rolim-de-moura.html. Acesso em 19 de maio de 2020.

INOCENTE FILHO, C. **Silagem ácida de carcaças de frango:** Otimização do processo de obtenção por metodologia de superfície de resposta e utilização na alimentação de peixes. 2011. 97 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

ITO, M.; GUIMARÃES, D. D.; AMARAL, G. F. Impactos ambientais da suinocultura: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 44, 2016.

KRIEG, N.R.; HOLT, J.G. (Eds.) **Bergey's Manual of Systematic Bacterology**. Williams; Wilkins,8th, Baltimore M. D., 1984, 964 p. v1.

MAIA JUNIOR, W. M.; OLIVEIRA, R. S. de. Propriedades Funcionais da Obtenção da Silagem Ácida e Biológica de Resíduos de Pescado. Uma Revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 7, n. 2, p. 126-156, 2013.

MACHADO, T. M. Silagem biológica de pescado. **Panorama da aquicultura**. n. 8, p. 30-32, 2010.Disponível em: https://panoramadaaquicultura.com.br/silagem-biologica-de-pescado/. Acesso em 19 de maio de 2020.

MARQUES, L. G. **Liofilização de frutas tropicais**. 2008. 255 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, 2008.

NASCIMENTO, A. H.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; TORRES, R. A. Composição química e valores de energia metabolizável das farinhas de penas e vísceras determinados por diferentes metodologias para aves, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG,v. 31, n. 3, p. 1409-1417, 2002.

OLIVEIRA, M. M.; PIMENTA, M. E. S. G.; CAMARGO, A. C. S.; FIORINI, J. E.; PIMENTA, C. J. Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus), com ácido fórmico- análise bromatológica, físico-química e microbiológica. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1218-1223, 2006.

PUPA, J. M. R. Óleos e gorduras na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n. 1, p. 69-73, 2004.

SANTOS, C. L. A.*; SOARES, D. M. A.; ABRANTES, R. S. X.; SANTOS, V.C.; LOIOLA, M. V. C.; SANTOS, E. L. A.; SOUZA, K. A.; LIMA, P. M. F.* Suinocultura agroecológica e industrial: nutrição,sistemas de produção e sanidade. **Informativo Técnico do Semiárido**, v. 10, n. 2, p. 31-36, 2016.

SHIBAO, J.; BASTOS, D. H. MARKOWICZ. Produtos da reação de Maillard em alimentos:implicações para a saúde. **Revista de Nutrição**, Campinas, ano 24, n. 6, p. 895-904, nov./dez. 2011.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos:** métodos químicos e biológicos. 4. ed. Viçosa:UFV, 2009.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysisof experimental data. **Afr. J. Agric. Res**., v.11, n.39, p.3733-3740, 2016. DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal.** Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Pescado Continental Instituto de Pesca-APTA–SAA. São José do Rio Preto, SP, 2006.

VIEIRA, E. O.; VENTUROSO, O. J.; REINICKE, F.; SILVA, C. C.; PORTO, M O.; CAVALI, J.; VIEIRA, N. T.; FERREIRA. E. Production, Conservation and Health Assessment of Acid Silage Vicera of Freshwater Fish as a Component of Animal Feed. **International Journal of Agriculture and Forestry**, v. 5, n. 3, p. 177-181, 2015.

CAPÍTULO 02

A UTILIZAÇÃO DE GLIFOSATO NO CULTIVO DE CAFÉ, UM ESTUDO EPISTEMOLÓGICO THE USE OF GLYPHOSATE IN COFFEE GROWING, AN EPISTEMOLOGICAL STUDY

Andreia Zavariz
Bacharel em Ciências Biológicas Instituição: UFES
Endereço: Rua Honório Passamani, 121, Centro, Marilândia/ES, Brasil. 29725-000
E-mail: andreiazavariz@hotmail.com

Queila Teixeira Alves Berryhill
Bacharel e Licenciada em Ciências Biológicas, especialista em Biotecnologia
Instituição: UFES/ UCDB
Endereço: Av. AB, quadra 51, n. 1, Manuel Plaza, Serra - ES, Brasil. Cep: 29160-450
E-mail: queila.alves@gmail.com

Eliane Tigre Guimarães
Doutora em Ciências
Instituição: Hospital das Clinicas HCFMUSP, Faculdade de Medicina, Universidade de Sao Paulo, Sao Paulo, SP, BR.
Endereço: Av. Dr. Arnaldo, 455 - Cerqueira César, São Paulo - SP, Brasil. Cep: 01246-903. Prédio FMUSP, primeiro andar, sala 1220.
E-mail: eliane.tigre@fm.usp.br

Fernanda Alves Cangerana Pereira
Doutora em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da USP Instituição: FATEC SP
Endereço: Av. Tiradentes, 615 - Bom Retiro, São Paulo - SP, Brasil. Cep: 01124-060. Prédio A&B, sexto andar, sala 608.
E-mail: facan@fatecsp.br

RESUMO: De acordo com pesquisas realizadas (Zavariz; Berryhill; Pereira, 2017) o Glifosato é muito utilizado nas lavouras de café. O objetivo deste estudo foi verificar os mecanismos de ação do glifosato e levantar seus potenciais efeitos negativos para o meio ambiente. O Glifosato é pulverizado e absorvido pelas plantas através das folhas e folículos novos, assim, ele age sobre sistemas enzimáticos, inibindo o metabolismo de aminoácidos e o consequente crescimento das outras plantas consideradas indesejáveis na cultura de café. Este trabalho identificou a existência de estudos que relatam haver evidências de efeitos negativos no meio ambiente proporcionados pelo Glifosato.

PALAVRAS-CHAVE: Pesticidas, Herbicidas, Glifosato, *Coffea arábica.*

ABSTRACT: According to research carried out (Zavariz; Berryhill; Pereira, 2017) Glyphosate is widely used in coffee plantations. The objective of this study was to verify the mechanisms of action of glyphosate and to raise its potential negative effects on the environment. Glyphosate is sprayed and absorbed by plants through new leaves and follicles, thus, it acts on enzymatic systems, inhibiting the metabolism of amino acids and the consequent growth of other plants considered undesirable in coffee

culture. This work identified the existence of studies that report there is evidence of negative effects on the environment provided by Glyphosate.

KEYWORDS: Pesticides, Herbicides, Glyphosate, Coffea arábica.

1. INTRODUÇÃO

Conforme Lewontin (2002) vivemos um tempo em que a continuação do progresso em um estágio da história transforma-se em obstáculos, e devemos ter em vista que a naturezarequer que consideremos a relação entre externo e interno, entre o organismo e o ambiente. Um segundo aspecto dessa relação organismo - ambiente, é que todos os organismos não só determinam os aspectos de seu ‘mundo’ interior, como também constroem um ‘mundo' à sua volta. Com essa teoria de Lewontin (2002), o organismo interage com o meio ambiente. Assim, também pode-se falar sobre as relações existentes na cadeia alimentar, estando o homem no topo, como responsável pela conservação e manutenção vital do ambiente.Consequentemente, o que é pulverizado nos grãos de café como pesticida ou para incrementode qualidade, será absorvido e acumulado na cadeia alimentar, afetando toda a gama genéticados organismos e do ambiente. Lewontin (2002) afirma que não há apenas a interação de genes e organismos, há a interação dos genes, organismos e ambientes, ao que ele chama de tripla hélice.

Colborn *et al.,* (2002) descrevem que na Dinamarca, em 1992, um especialista em reprodução descobriu a ocorrência cada vez maior de espermatozoides anormais, e também uma queda na reprodução, posto que a incidência de câncer nos testículos tinha triplicado no país, entre 1940 e 1980. Esse cientista realizou 61 estudos, a maioria nos EUA e Europa, também na Índia, Nigéria, Hong Kong, Tailândia, Brasil, Líbia e Peru. Os pesquisadores não consideraram as ocorrências como causas genéticas, já que todo o processo ocorreu em um período muito curto, determinando assim, que algum fator ambiental deveria ser o responsável. Ainda estava para ser esclarecido de onde vinham tais anomalias.

Lomborg (2002) ressalta que argumentos relacionados ao meio ambiente sejam sustentados por tendências de dois ou três anos, e estas devem ser cuidadosamente selecionadas e estudadas por todo o período estipulado, e ainda observadas de acordo com asocorrências durante os anos seguintes e não apenas os dois ou três anos estipulados. Diante de uma grande transformação no meio ambiente, um estudo aprofundado se fazia necessário. Colborn *et al.,* (2002) procuraram suprir esta necessidade no livro “Um futuro roubado” em que descreve que muitos problemas orgânicos começaram a surgir em vários lugares, como na Flórida, nos Grandes Lagos, na Inglaterra, na Dinamarca, no Mediterrâneo e outros países. Eram

problemas como defeitos nos órgãos sexuais, comprometimento da fertilidade, perdas fetais, anomalias genéticas e de comportamento, e desaparecimento total de determinadas espécies de animais silvestres. Colborn *et al.,* (2002) acreditam que havia alguma relação comagentes químicos, mas o elo entre os dois precisava ser identificado. Muitas pessoas que moravam na região dos Grandes Lagos (EUA), afirmaram estar expostas a níveis mais elevados de agentes químicos, do que moradores de outras regiões deste mesmo país.

Quanto mais Colborn *et al.,* (2002) se aprofundavam nas pesquisas, mais se deparavam com os mesmos agentes químicos que apareciam novamente nas espécies de animais afetados. Entre esses agentes encontravam-se agrotóxicos organoclorados como DDT, dieldrin, clordane e lindane, além de um grupo de agentes químicos conhecidos como PCBs. Souza *et al.,* (2020) estudaram o manejo de hortaliças em áreas urbanas e peri urbanas na região noroeste do município de Goiânia e concluíram que sob o ponto de vista do uso de agrotóxicos, os produtores fazem a aquisição de produtos de forma ilícita e sem os documentos obrigatórios, não usam EPIs, e que a aplicação geralmente é feita sem orientação técnica.

Lewontin (2002) reitera que não pode haver organismo sem ambiente, não pode haver ambiente sem organismo. Há uma má compreensão sobre o que existe no mundo externo a um organismo, que continuaria a existir na ausência da espécie, e a afirmação incorreta de que os ambientes existem sem as espécies. O ambiente de um organismo é a penumbra de condições externas que para ele são relevantes em face das interações que mantém com os aspectos do mundo exterior.

De acordo com Colborn *et al.,* (2002) o nível de PCBs era duas ou três vezes maior entre as vítimas de mortandade (golfinhos contaminados) do que entre os golfinhos saudáveis.Tal fato foi relatado no mar mediterrâneo no início dos anos 90. Exames revelaram que as vítimas dessa contaminação apresentavam comprometimento parcial dos pulmões e dificuldades para respirar e se movimentar além de anomalia no comportamento.

Colborn *et al.,* (2002) relatam que mulheres de Michigan no puerpério, que haviam consumido peixes dos Grandes Lagos, apresentaram níveis significativos de PCBs, dentre outros contaminantes químicos. A pesca continuou, pois movimentava uma indústria de 3 a 4 bilhões de dólares, e como os PCBs são persistentes, as mulheres acumularam os agentes químicos em seus tecidos

adiposos, transmitindo-os aos bebês através da placenta e do leite materno.

Lomborg (2002) reconhece que os pesticidas são bem conhecidos e sabe-se também que eles penetram os lençóis freáticos, e como pesticidas podem causar câncer, nos deparamoscom grave problema. Diante disso, devemos nos perguntar que tipo de danos eles causam e quanto custa evitar o seu uso. Para Lomborg, sem o uso de pesticidas, o preço das frutas e verduras se elevariam, desfavorecendo o consumo. Uma investigação aprofundada se faz necessária, até que ponto a utilização do agrotóxico está afetando o meio ambiente e o homem, até que ponto podemos permitir a utilização dos agrotóxicos, sem medo de adquirir doenças e outras alterações nos organismos e ambiente?

Foram listados vários agrotóxicos e pesticidas utilizados na lavoura do café no estudo de caso em Marilândia-ES, são eles: ROUNDUP (GLIFOSATO), CHLORPYRIFOS, TOCHA (GRAMOXONE) GOAL, DECIS, CERCOBIN, ÁCTARA, AMISTAR, ALTO 100, dentre outros (ZAVARIZ; BERRYHILL; PEREIRA, 2017). O Objetivo deste artigo é analisar o glifosato, que é um herbicida recentemente banido em vários países de acordo com BAUM *et al.,* (2018).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se um levantamento bibliográfico nas bases de dados, Scielo, Sciendo e Pubmed no ano de 2018. Na base de dados Scielo, foram encontrados 768 artigos sobre o glifosato (glyphosate), dentre eles, 17 artigos interligando o glifosato e o café (*Coffea arabica*), 13 artigos apontando doenças e 1 artigo citando câncer. Na base de dados Sciendo foram detectados 96 artigos nomeando o glifosato, e dentre estes, 29 artigos relacionando o glifosato a doenças, 10 artigos associados com o câncer, e 1 artigo citando o café. Na base dedados PubMed foram identificados 2970 artigos mencionando o glifosato, destes 959 artigos retratam sua toxicidade, 194 artigos relacionam doenças, 89 artigos reiteram o câncer, e 02 artigos referindo *Coffea arabica*. Foram incluídos nesta pesquisa os artigos que correlacionaram o uso de Glifosato na cultura cafeeira e seus efeitos na saúde. Foram escolhidos 25 artigos, que entraram nessa pesquisa e estão relacionados nas referências bibliográficas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Glifosato (N-fosfometil glicina) é um herbicida de pós-emergência, pertencente

ao grupo químico dos inibidores da síntese de aminoácidos e contém o N-(phosphonomethyl) glycina como ingrediente ativo [N-(fosfonometil) glicina]. É classificado como não seletivo e de ação sistêmica, exibindo amplo espectro de ação, possibilitando um excelente controle de plantas daninhas anuais (GALLI e MONTEZUMA, 2005). Especificamente, o glifosato atua inibindo a atividade da enzima plastídica 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), que catalisa a reação na qual chiquimato-3-fosfato (S3P) reage com fosfoenolpiruvato (PEP), formando 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato (EPSP) e fósforo inorgânico (Pi) (FRANÇA, 2009). Então, quando a planta é exposta ao glifisato, este herbicidase liga ao complexo EPSPs-S3P, impedindo que ocorra a interação deste complexo com fosfoenolpiruvato, ao formar o complexo inativo EPSPs-S3P-glyphosate (CARVALHO, 2011). Inibindo a atividade da EPSPs o glifosato influencia a inibição da síntese de clorofila, estimula a produção de etileno, reduz a síntese de proteínas e eleva a concentração do ácido indol acético (AIA) (GALLI e MONTEZUMA, 2005).

Amarante Júnior *et al* (2002) explicam que o glifosato é pulverizado e absorvido pelas plantas através das folhas e caulículos novos. Dessa forma o glifosato é transportado para toda a planta, e age em sistemas enzimáticos inibindo o metabolismo de aminoácidos, as bases estruturais das proteínas que compõem toda a estrutura da planta, causando lentamente a sua morte ou a sua resistência. Pesquisas na área da biologia vegetal têm mostrado que muitos agentes químicos estimulam o crescimento das plantas em doses baixas e retardam em doseselevadas. Segundo Velini *et al*. (2008), subdoses de glifosato podem estimular o crescimentode uma variedade de espécies vegetais, e dosagens a partir de 8 % da dose recomendada começam a ser tóxicas às plantas.

A ação fitotóxica causada por herbicidas ocorre por meio da inibição da síntese de proteínas nos meristemas apicais, resultando na interrupção do desenvolvimento da planta. O efeito mais rápido e drástico decorrente da aplicação de glifosato observado em plantas sensíveis é o acúmulo de chiquimato nos vacúolos (SILVA *et al*., 2012). Muitos herbicidas foram desenvolvidos como reguladores de crescimento, sendo assim, o uso de produtos químicos originalmente utilizados como herbicidas em pequenas dosagens, ou subdoses, podem estimular o desenvolvimento das plantas. A esse efeito “benéfico” do uso de subdoses de produtos tóxicos se denominou hormese, que por definição é um fenômeno onde substancias

consideradas tóxicas são utilizadas em pequenas doses para estimular desenvolvimento das plantas. Um efeito cada vez mais discutido e pesquisado a fim de compreender o mecanismo de ação estimulante e benéfica de substâncias consideradas tóxicas (SILVA *et al.*, 2009).

Calabrese *et al*. (1999), afirma que a maioria dos produtos químicos e agentes físicostêm a capacidade de estimular os efeitos biológicos. Sendo esses estímulos fracos, há uma aceleração da atividade fisiológica, e sendo os estímulos fortes, há o encerramento daatividade fisiológica. Dessa forma, causando toxicidade em doses superiores ao limiar. Assim,uma resposta hermética pode ser observada em vários sistemas biológicos. Independente do agente ou do modelo biológico, o comportamento à resposta hermética é semelhante, sendo estabelecida uma faixa bastante acentuada do limite entre o efeito estimulante e tóxico (CALABRESE e MATTSON, 2011). VELINI *et al.,* (2008) observou que a aplicação de altas doses de glifosato inibe o crescimento da planta, enquanto a aplicação de subdoses estimulam seu crescimento.

Tarazona *et al*., (2017) informa que as diretrizes da ONU e da União Européia recomendam que os estudos de carcinogenicidade e genotoxicidade sejam direcionados a substâncias químicas individuais, limitando o teste de misturas/formulações a casos em que se esperam efeitos sinérgicos (UNITED NATIONS, 2015 citado por TARAZONA, 2017). E ressalta que a citotoxicidade e a genotoxicidade potencial de outros ingredientes devem ser consideradas antes de se assumir que os efeitos observados para um produto formulado estão ligados à substância ativa. Os efeitos genotóxicos secundários produzidos pela citotoxicidade também devem ser distinguidos do verdadeiro potencial genotóxico (Bryce *et al*., 2014; Kitamoto *et al*., 2015 citados por TARAZONA, 2017).

De acordo com Amarante Júnior *et al*. (2002), o herbicida glifosato representa 60 % do mercado mundial de herbicidas. O Glifosato é usado para o controle de ervas daninhas na agricultura, para o controle da vegetação em áreas não agrícolas, e também no auxílio à colheita como dessecante de colheita. Desde 1971 são comercializados 3 tipos de glifosatos, o Round-up, o Syngenta e o Glifosato isopropilamônio. Segundo a publicação da Zion Market Research (2018), cerca de 785.300 toneladas de produtos químicos contendo glifosato foramusadas no mercado mundial, e o lucro de suas vendas chegaram a US$ 7,24 bilhões em 2017. Seu uso

continua aumentando, em grande parte devido ao desenvolvimento de variedades de culturas geneticamente modificadas resistentes ao glifosato, devendo atingir US $ 10,88 bilhões em 2024, crescendo a uma taxa anual de 6,2 % entre 2018 e 2024.

Para Duke e Powles (2008), o glifosato foi considerado um herbicida vantajoso, até se descobrir que seu uso levou à evolução de ervas daninhas resistentes a ele. Assim, vieram à tona consequentes publicações de estudos que sugeriam os efeitos de formulações baseadas em glifosato em seres humanos e em animais selvagens. Segundo Tarazona (Tarazona *et al*., 2017), cerca de 25 % dos artigos publicados na base de dados PubMed cobrem os pontos de toxicidade em humanos e outros tipos de organismos, sendo a maioria gerida com formulações à base de glifosato, contendo outros ingredientes. A completa lista de compostos nestas formulações não é divulgada pelos fabricantes, sendo impossível para os pesquisadores atribuírem a toxicidade específica dos ingredientes na mistura.

Estudos apontam que alguns ingredientes das formulações à base de glifosato podemser mais tóxicos do que o glifosato para espécies não vegetais (KIM *et al*. 2013; MESNAGE *et al*., 2013; NOBELS *et al*., 2011). A fórmula molecular do glifosato é $C_3H_8NO_5P$ e na formade sal de isopropilamônio apresenta também a fórmula $((CH_2)CHNH_3)$. Todos são muito solúveis na água. No caso do glifosato, o grupo fosfato e carboxílico apresentam um teor mais ácido do que o grupo amônio. O tipo mais utilizado nas formulações do glifosato são as etilaminas, um grupo muito tóxico, cujos efeitos adversos como irritação nos olhos, sistema respiratório e pele, levaram os órgãos de fiscalização a pedir o desenvolvimento de novas formulações para devida aprovação (AMARANTE JR *et al.*, 2002). De acordo com Queiroz (2010), o glifosato pode persistir durante anos no solo devido à sua elevada capacidade de adsorção, à capacidade de ligação às partículas do solo devido à presença de matéria orgânica, óxidos de ferro e alumínio e, também, devido às argilas que compõem o solo. Após sua absorção pelas plantas, o glifosato é translocado junto com fotossintatos e atua diretamente na via do chiquimato, inibindo a síntese de triptofano, fenilalanina e tirosina, aminoácidos essenciais à síntese de proteínas e o crescimento das plantas (FRANÇA, 2009).

Foram observadas tendências significativas para a indução de tumores em dois estudoscom camundongos, mas apenas com doses muito elevadas, bem acima da dose máxima proposta para estudos de carcinogenicidade (OECD 2012) de 1000

mg/kg de peso corporal por dia; indicações claras de toxicidade foram observadas nessas altas doses, como peso corporal reduzido, alterações histopatológicas na bexiga e no fígado, e outros sinais tóxicos; consequentemente, as tendências de indução tumoral foram consideradas efeitos confusos devido à toxicidade excessiva.

A IARC - (International Agency for Research on Cancer) da OMS, adota um enfoque diferente, não direcionado a produtos químicos individuais, mas a uma ampla gama de agentes e desenvolveu recentemente um novo esquema de evidências de peso, extraindo as “características-chave” dos agentes físico/químicos, biológicos e comportamentais classificados pela agência na categoria 1, carcinógeno confirmado (SMITH *et al*., 2016). Essas características-chave são definidas como propriedades comuns, não devendo ser consideradas mecanismos de Vias de Resultados Adversos, embora sejam postuladas como um método para sintetizar informações e desenvolver redes de resultados adversos. As dez características são as habilidades de um agente para: (1) atuar como um eletrófilo, seja diretamente ou após a ativação metabólica; (2) ser genotóxico; (3) alterar o reparo do DNA ou causar instabilidade genômica; (4) induzir alterações epigenéticas; (5) induzir estresse oxidativo; (6) induzir inflamação crônica; (7) ser imunos supressor; (8) modular os efeitos mediados pelo receptor; (9) causar imortalização; e (10) alterar a proliferação celular, a mortecelular ou o suprimento de nutrientes. Deve-se notar que esta nova abordagem foi aplicada àsrecentes monografias do IARC.

Garcia (2007) atesta que uma das maiores causas da contaminação de águas superficiais e subterrâneas atualmente é a utilização de pesticidas na atividade agrícola. Esta contaminação resulta da ação das águas da chuva e de irrigação que provocam lixiviação, drenagem e escoamento dos pesticidas presentes nas plantações e no solo, os quais atingem cursos d’água ou reservatórios. Em muitos países - inclusive no Brasil - não há programas demonitoramento e/ou controle dos níveis de contaminação em águas para esta categoria de produto, ou a legislação sobre o assunto é pouco clara ou não atualizada. Arantes (2011) descreve que a principal fração do glifosato formada nos solos, são os resíduos ligados, os quais merecem especial atenção, uma vez que não se conhece a consequência ambiental da formação desses resíduos.

Como relatado por Arantes (2011), a biodegradação do glifosato pelos microrganismos dos solos resulta em produtos da metabolização, cujo

comportamento ambiental e efeitos tóxicos são ainda pouco conhecidos. Amarante Júnior et al (2002) afirmam também que a aplicação do glifosato pode resultar na presença de resíduos na colheita e em animais utilizados na alimentação humana. No ambiente a concentração mais alta é encontrada no solo. A ocorrência de glifosato na água foi relatada no Texas – EUA (Hallberg,1989 apud AMARANTE JR. *et al*, 2002). A aplicação direta do glifosato na água, pode ser encontrada na água potável.

Amarante Jr. *et al* (2002) comentam, ainda, que o herbicida glifosato pode causar defeitos crônicos no nascimento em determinadas espécies de animais, quando utilizados em doses elevadas e períodos prolongados. Os estudos feitos em ratos demonstram perda de peso, morte de matrizes grávidas, além de desordem digestivas. Em plantas o glifosato tem alta toxicidade. Estudos realizados em seres humanos também mostraram toxicidade. Houve o aparecimento de dermatite de contato e síndrome tóxica após a ingestão de doses elevadas. Os peixes e os invertebrados aquáticos são os mais sensíveis ao herbicida. O glifosato também tem sido relacionado com a inibição da fixação do nitrogênio no solo, consequentemente, afetando as plantas, animais e ambiente.

A agência de proteção ambiental dos EUA (US-EPA) estabelece limite de 700mg/l de glifosato em água potável (AMARANTE JR *et al*, 2002). Na Europa (Comunidade Econômica Européia – EEC) estabelece o nível de 0,1mg/l desde que a concentração total de glifosato não ultrapasse 0,5mg/l. No Brasil a ANVISA tolera no grão de café até 1,0 ppm num intervalo de segurança de 15 dias. Há a necessidade de mais estudos para que se possa avaliar a toxicidade do glifosato no meio ambiente e no homem. Dada a gravidade das questões envolvendo agrotóxicos, a abordagem deste tema em educação ambiental é de suma importância (PEREIRA *et al.*, 2019).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há evidências de efeitos negativos do glifosato no meio ambiente, principalmente devido à resistência desenvolvida por algumas espécies de ervas daninhas após a utilização prolongada deste herbicida. Potenciais efeitos deletérios para os ecossistemas de maneira geral e para a saúde humana de maneira específica podem ser aventados com base nos levantamentos feitos neste artigo. Ainda assim, altas dosagens ou novas formulações são cogitadas, porém, mais estudos sobre a toxicidade, ainda se fazem necessários.

REFERÊNCIAS

LEWONTIN, R. A Tripla Hélice. Gene, Organismo e Ambiente. Companhia das Letras. 2002.

COLBORN ET AL, T., DUMANOSKI, D., MYERS, J. P. O Futuro Roubado. Porto Alegre: L&PM. 2002. Souza, MAP; Alves, AFT; Freitas, GS. Uso e manejo de agrotóxicos por produtores de hortaliças em área urbana: um estudo de caso da região noroeste de Goiânia, Goiás. BrazilianJournal of Development, vol 6, n 5, 26198- 216, 2020.

LOMBORG, B. O Ambientalista Cético. Revelando a situação real do mundo. Ed. Campus. 2002.

ZAVARIZ A., BERRYHILL, Q. A. T., PEREIRA, F. A.C. A Utilização de Agrotóxicos na Lavoura de Café no Brasil: Estudo de caso em Marilândia - ES. 2017.

BAUM, HEDLUND, ARISTEI & GOLDMAN. Monsanto Roundup Lawsuit Links. Where is glyphosate banned? Disponível em: <https://www.baumhedlundlaw.com/toxic-tort-law/monsanto-roundup-lawsuit/where-is-glyphosate-banned/> Acessado em 10 Jan. 2019.

AMARANTE JUNIOR, O P; SANTOS, T C R; BRITO, N M; RIBEIRO, M L. Glifosato: propriedades, toxicidade, uso e legislação. Quim. Nova, Vol. 25, No. 4, 589-593, 2002.

ZION MARKET RESEARCH. “Mercado de glifosato para culturas convencionais e aplicações de culturas geneticamente modificadas: Perspectiva da Indústria Global, Análise Abrangente e Previsão, 2017 - 2024”. July 05, 2018 07:57 ET. Report Code: ZMR-2992. Number of pages: 110 Disponível em: <https://www.zionmarketresearch.com/report/glyphosate-market> Acessado em 10 Jan. 2019.

DUKE, S.O., POWLES, S.B. Glyphosate: a once-in-a-century herbicide. Pest Manag Sci. 2008; 64:319-325. doi: 10.1002/ps.1518. [PubMed].

VELINI, E. D.; ALVES, E.; GODOY, M. C.; MESCHEDE, D. K.; SOUZA, R. T.; DUKE, S. O. Glyphosate applied at low doses can stimulate plant growth. Pest Management Science,64:489-496, 2008.

GALLI, A. J. B.; MONTEZUMA, M. C. Alguns aspectos da utilização de glyphosate na agricultura. ACADCOM Gráfica e Editora Ltda., 2005. 66 p.

CARVALHO, L. B. Interferência de Digitaria insularis em Coffea arabica e respostas destas espécies ao glyphosate. 2011. 119f. (Tese de Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2011.

FRANÇA, A. C. Ação do glyphosate sobre o crescimento e teores de nutrientes em cultivares de café arábica. 2009. 57f. (Tese de Dourado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2009.

SILVA, J. C.; ARF, O.; GERLACH, G. A. X.; KURYIAMA, C. S.; RODRIGUES, R. A. F. Efeito hormese de glyphosate em feijoeiro. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 295-302, 2012.

SILVA, M. A.; ARAGÃO, N. C.; BARBOSA, M. A.; JERONIMO, E. M.; CARLIN, S. D. Efeito hormótico de gliphosate no desenvolvimento inicial de cana-de-açúcar. Bragantia, Campinas, v.68, n.4, p.973-978, 2009.

CALABRESE, E. J.; BALDWIN, L. A.; HOLLAND, C. D. Hormesis: A Highly Generalizable and Reproducible Phenomenon with Important Implications for Risk Assessment. Risk Analysis, Vol. 19, n. 2, 261-281, 1999.

CALABRESE, E. J.; MATTSON, M. P. Hormesis provides a generalized quantitativeestimate of biological plasticity. J. Cell Commun. 5, 25-38, 2011.

DOMINGUES JÚNIOR, A. P. Avaliação dos efeitos do herbicida glyphosate sobre ocafeeiro: respostas bioquímicas e fisiológicas. 2011. 73f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2011.

TARAZONA, J. V.; COURT-MARQUES, D.; TIRAMANI, M.; REICH, H.; PFEIL, R.; ISTACE, F.; CRIVELLENTE, F. (2017). Glyphosate toxicity and carcinogenicity: a review of the scientific basis of the European Union assessment and its differences with IARC. Archives of toxicology, 91(8), 2723-2743.

UNITED NATIONS (2015) Globally harmonized system of classification and labelling of chemicals (ghs), revision 6. United Nations, New York and Geneva.

BRYCE, S.M.; BERNIS, J.C.; MERENESS, J.A.; SPELLMAN, R.A.; MOSS, J.; DICKINSON, D.; Interpreting in vitro micronucleus positive results: simple biomarker matrix discriminates clastogens, aneugens, and misleading positive agents. Environ Mol Mutagen. 2014;55:542-555. doi: 10.1002/em.21868. [PubMed].

KITAMOTO, S.; MATSUYAMA, R.; UEMATSU, Y.; OGATA, K.; OTA, M.; YAMADA, T. Optimal dose selection of n-methyl-n-nitrosourea for the rat comet assay to evaluate DNA damage in organs with different susceptibility to cytotoxicity. Mutation Res Genetic Toxicol Environ Mutagen. 2015; 786:129-136. doi: 10.1016/j.mrgentox.2015.05.001. [PubMed].

KIM Y-h, HONG J-r, GIL H-w, SONG H-y, HONG S-y. Mixtures of glyphosate and surfactant tn20 accelerate cell death via mitochondrial damage-induced apoptosis and necrosis. Toxicol in Vitro. 2013; 27:191-197. doi: 10.1016/j.tiv.2012.09.021. [PubMed].

OECD (2012) Guidance document 116 on the conduct and design of chronic toxicity and carcinogenicity studies, supporting test guidelines 451, 452 and 453 2nd edition. Series on testing and assessment no. 116. Env/jm/mono(2011)47.

MESNAGE, R.; BERNAY, B.; SERALINI, G.E. Ethoxylated adjuvants of glyphosate-based herbicides are active principles of human cell toxicity. Toxicology. 2013; 313:122-128. doi: 10.1016/j.tox.2012.09.006. [PubMed].

NOBELS, I.; SPANOGHE, P.;. HAESAERT, G.; ROBBENS, J.; BLUST, R. Toxicity ranking and toxic mode of action evaluation of commonly used agricultural adjuvants on thebasis of bacterial gene expression profiles. PLOS ONE. 2011; 6(11):e24139. doi: 10.1371/journal.pone.0024139. [PMC free article] [PubMed].

SMITH, P.; HECHT, S.S.; BUCHER, J.R.; STEWART, B.W.; BAAN, R.; COGLIANO, V.J.; STRAIF, K. Key characteristics of carcinogens as a basis for organizing data on mechanisms of carcinogenesis. Environ Health Perspect. 2016; 124:713-721. doi: 10.1289/ehp.1408166. [PMC free article] [PubMed].

GARCIA, A.F.; ROLLEMBERG, M.C. Determinação Voltamétrica do Herbicida Glifosato em Águas Naturais Utilizando Eletrodo Cobre. Quim. Nova, Vol. 30, No. 7, 1592-1596, 2007.

ARANTES, S.A.C.M.; LAVORENTI, A.; TORNISIELO, V.L.; ARANTES, S. A. C. M. Efeito da Calagem na mineralização de 14C- glifosato em solos. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 35, n. 2, p. 234-241, mar./abr., 2011.

QUEIROZ, G.M.P.; SILVA, M.R.; BIANCO, R.J.F. Transporte de Glifosato pelo escoamento superficial e por lixiviação em um solo agrícola. Quim. Nova, Vol. 34, No. 2, 190-195, 2011.

Pereira, D.N.; Moro, D.; Flores, R. Educação ambiental na formação inicial de professores: um relato de experiência a partir da temática agrotóxicos. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 5, n. 11, p. 25874-25888, nov. 2019.

CAPÍTULO 03

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* NA FEIRA DA PANAIR, MANAUS-AM

Natália Manuela Cardoso de Oliveira
Médica Veterinária
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Amazonas (IFAM),Campus Manaus Zona Leste (CMZL)
Endereço: Av. Cosme Ferreira, nº. 8.045, Bairro: São José Operário, Manaus/AM
E-mail: nataliamanuelac@gmail.com

Flávia de Carvalho Paiva Dias
Mestra em Ciência de Alimentos pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Amazonas (IFAM), Campus Manaus Zona Leste (CMZL)
Endereço: Av. Cosme Ferreira, nº. 8.045, Bairro: São José Operário, Manaus/AM
E-mail: flavia.dias@ifam.edu.br

Julia Eudoxia Decaris Rolim
Médica Veterinária
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Amazonas (IFAM),Campus Manaus Zona Leste (CMZL)
Endereço: Av. Cosme Ferreira, nº. 8.045, Bairro: São José Operário, Manaus/AM
E-mail: juliaeudoxia@hotmail.com

Edson Francisco do Espírito Santo
Doutor em Ciência Animal pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Amazonas (IFAM),Campus Manaus Zona Leste (CMZL)
Endereço: Av. Cosme Ferreira, nº. 8.045, Bairro: São José Operário, Manaus/AM
E-mail: edson.santo@ifam.edu.br

RESUMO: A ausência de cuidados durante a cadeia produtiva pode comprometer a qualidade do pescado comercializado. *Staphylococcus aureus* é uma das principais bactérias patogênicas transmitidas principalmente pela manipulação inadequada, sendo considerado um micro-organismo responsável por grande parte dos surtos de intoxicação alimentar. Neste contexto, essa pesquisa teve como objetivo isolar e identificar *Staphylococcus aureus* em locais da Feira da Panair, localizada no município de Manaus - AM, e orientar os comerciantes quanto às boas práticas de manipulação de pescado. Foram coletadas amostras biológicas por meio de swabs estéreis, sendo cinco esfregaços das bancadas e cinco esfregaços das mãos dos manipuladores do estabelecimento em questão. Após a coleta, as amostras foram avaliadas quanto à presença bacteriana conforme a Instrução Normativa 62/2003, acrescentando-se o teste de Manitol aos testes complementares. Os resultados evidenciaram que 80 % das mãos (4 amostras) e 60 % das bancadas (3 amostras) apresentavam contaminação pelo micro-organismo. Em função desses resultados, realizou-se palestra sobre "Boas Práticas de Manipulação de Pescado" aos feirantes. A partir dos dados desse trabalho pode-se afirmar que o *S. aureus* é uma realidade

entre os manipuladores da Feira da Panair, podendo assim contribuir na transmissão de doenças por alimentos (DTA's).

PALAVRAS-CHAVE: Boas práticas de manipulação do pescado, contaminação bacteriana, doenças transmitidas por alimentos, educação sanitária.

ABSTRACT: The absence of care during productive chain may compromise the quality of fish commerce. *Staphylococcus aureus* is one of the main pathogenic bacteria transmitted mainly through inadequate handle, being considered a microorganism responsible for most part of food poisoning outbreaks. Inthis context, this research aimed to isolate and identify *Staphylococcus aureus* in locals of Feira da Panair, located at Manaus-AM municipality, and guide the local merchant regarding good practice offish handling. There were collected biological samples through sterile swabs, counting five smear from stand and five smear from each respective merchant´s hand. After collection, the samples wereevaluated regarding presence of bacteria following the Brazilian Normative Instruction 62/2003, including the Manitol test in complement. The results evidenced that 80 % of the hands (4 samples) and 60 % of the stand (3 samples) were contaminated by the microorganism. Due to these results, a lecture was performed about "Good Practices of Fish Handling" to the merchants. From this researchwe could affirm that *S. aureus* is a reality under merchants from Feira da Panair, which may contributeto Foodborne disease (FDA).

KEYWORDS: Good practices of fish handling, bacterial contamination, foodborne disease, sanitary education.

1. INTRODUÇÃO

O pescado é um dos principais produtos comercializados no mundo para as diversas formas de consumo humano (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018). Em se tratando de Brasil, a região Norte recebe destaque pois o pescado é considerado como referência de fonte proteica para o consumo (Infopesca, 2010), proporcionando alta digestibilidade, valor biológico, além de um elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados, o que o caracteriza como um alimento saudável (Silva *et al*., 2017). Apesar da excelente qualidade nutricional, o pescado pode ser veiculador de micro-organismos patogênicos, ocasionando as Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA), as quais são responsáveis pelo adoecimento de aproximadamente 600 milhões de pessoas no mundo e causar 450 mil mortes por ano (Organização Pan-Americana da Saúde, 2019).

Os benefícios nutricionais do pescado só poderão ser aproveitados se existirem segurança e qualidade em sua comercialização, já que é um produto de origem animal altamente perecível, delicado e susceptível a contaminantes de natureza biológica, química ou até física (Santos *et al*., 2018). Devido à elevada perecibilidade, o pescado pode ser veiculador não só de parasitas, como também de vírus e até mesmo de bactérias provenientes da sua microbiota normal, da água ou da inadequada manipulação (Olivetto; Ferraz, 2018), sendo assim, capaz de transmitir os principais agentes etiológicos das DTA's (Ministério da Saúde, 2019).

A ausência de cuidados, durante a cadeia produtiva, como manipulação, armazenamento, conservação, transporte e comercialização, pode comprometer a qualidade do pescado (Moura *et al*.,2018). Logo, as práticas higiênico-sanitárias nas feiras, assim como dos próprios manipuladores, são fatores determinantes para a segurança do produto, objetivando retardar as futuras alterações microbianas e assim, aumentar a validade comercial do produto (SILVA *et al*., 2017).

A falta de condições higiênico-sanitárias em relação ao pescado pode acarretar no aparecimento de *Staphylococcus aureus* no produto, considerado como a segunda maior bactéria causadora de toxi-infecções alimentares no Brasil (Brasil, 2019). Esse quadro, em seres humanos, pode causar náuseas, vômitos, diarreia, choque, colapso e ser fatal em casos de idosos e crianças já debilitadas por outras comorbidades (SILVA, 2017).

S. aureus é transmitido principalmente pela manipulação inadequada dos

comerciantes, podendo ser encontrada em diferentes regiões do corpo como microbiota da pele, fossas nasais, garganta e intestino, fazendo do ser humano assim, uma das principais fontes de transmissão dessa bactéria para os produtos (Feitosa *et al.*, 2017). Assim, falhas nas práticas de manipulação do pescado são importantes causas da transmissão desse micro-organismo, já que geralmente sua presença não pode ser identificada pelo consumidor, pois não acarreta alterações organolépticas nos produtos pescados (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Por esse motivo, esta pesquisa teve como área-alvo a Feira da Panair, situada na Zona Sul de Manaus - AM. Este estabelecimento é uma das feiras mais conhecidas na região e uma das mais antigas da cidade, mas vem apresentando falhas higiênico-sanitárias e muitas práticas inadequadas no processo de manipulação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS

Realizou-se a coleta das amostras biológicas por meio de swabs estéreis, sendo cinco esfregaços das bancadas e cinco esfregaços das mãos dos manipuladores da Feira da Panair. Os esfregaços foram realizados com swabs umedecidos sendo passados sobre as mãos dos manipuladores (Figura 1) e sobre a superfície das bancadas, delimitadas com um molde estéril de 25 cm² (Figura 2), fazendo-se movimentos da esquerda para a direita e de cima para baixo. Posteriormente, os swabs foram acondicionados em tubos de ensaio contendo 10 ml de água peptonada a 0,1 % até a realização das análises.

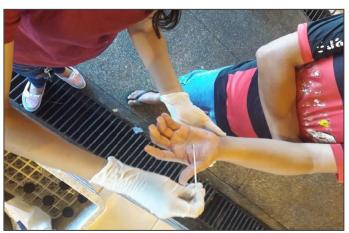



Figura 1 - Coleta da amostra da mão do manipulador por meio de swab estéril.

Fonte: Os Autores.

Figura 2 - Coleta da amostra da bancada de exposição por meio de swab estéril e delimitação do local com molde de 25.

Fonte: Os Autores.

2.2. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As amostras biológicas dos locais coletados foram avaliadas quanto à presença de *Staphylococcus aureus* conforme a Instrução Normativa 62/2003 (Brasil, 2003), acrescentando-se o teste de Manitol aos testes complementares para a identificação bacteriana. Inicialmente, as amostrascoletadas foram submetidas a um tratamento de diluição decimal seriada, sendo inoculada 0,1 ml decada diluição na superfície de placas contendo Ágar Baird – Parker (BP). As placas foram incubadas por 48 horas a 37 °C. Após a incubação, realizou-se a contagem das colônias típicas (Figura 3), selecionando-se no mínimo 5 para realização dos testes bioquímicos, como o teste de coagulase e decatalase.

Figura 3 - Contagem de colônias típicas de *S. aureus* da amostra da mão do manipulador.

Fonte: Os Autores.

Teste de coagulase

Transferiu-se cada colônia para tubos contendo Caldo de Infusão Cérebro Coração (BHI), emulsionando-se a massa de células com o caldo. Em seguida, transferiu-se 0,2 ml de cada cultura em BHI para tubo contendo 0,5 ml de Coagulase Plasma-EDTA (plasma de humano), com posteriorincubação a 37 °C. Classificou-se como coagulase positiva as amostras de reação do tipo 3+; entretanto, as de reação 1+ também foram aceitas e submetidas a testes complementares.

Teste de catalase

Com o auxílio de uma alça bacteriológica, transferiu-se uma amostra do cultivo de Ágar parauma lâmina de vidro contendo uma gota de peróxido de hidrogênio a 3 %. As amostras que apresentaram formação de borbulhas durante a reação foram classificadas como catalase positiva.

Teste de manitol

Por meio de alça bacteriológica, uma amostra do cultivo de Ágar foi estriada em placas de Petri, contendo Ágar Manitol e submetidas à incubação por 24 horas a 37 °C. A formação de halo amarelo ao redor das colônias, confirmava a presença de *Staphylococcus aureus* (Brasil, 2013).

Coloração de gram

Para a realização do teste, por meio da alça bacteriológica, coletou-se uma pequena amostra contida na placa de Petri, que foi espalhada sobre a lâmina de microscópio e fixada com calor. Em seguida, iniciou-se a aplicação de corantes e após esta etapa, efetuou-se a avaliação no microscópio. A presença de cocos gram-positivos, caracterizava o *Staphylococcus aureus*.

2.3. ORIENTAÇÕES TÉCNICAS AOS MANIPULADORES/COMERCIANTES

Após a realização das análises, ministrou-se palestra com o objetivo de demonstrar os resultados e fornecer orientações técnicas sobre “Boas Práticas de Manipulação do Pescado”, tendo o público alvo os comerciantes da Feira da Panair. Folhetos ilustrativos (Figura 4) foram cedidos durante tal ação.

Figura 4 – Frente e verso do folheto ilustrativo sobre “Boas práticas de manipulação de pescado”.

Fonte: Os Autores.

2.3. ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram analisados quanto ao cálculo do número de UFC/ml em função do número decolônias típicas contadas, diluição inoculada e percentagem de colônias confirmadas de acordo como método da American Public Health Association (Downes & Keith, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total, foram realizadas 10 coletas, sendo 5 das mãos dos manipuladores e 5 das bancadas de exposição do produto. Os resultados, obtidos das amostras coletadas após a realização das análisesmicrobiológicas, confirmaram em sua maioria a contaminação por *Staphylococcus aureus*, por não estarem dentro dos limites de tolerância estabelecidos pela legislação na Resolução RDC nº. 60/2019 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 2019), bem como por se apresentarem gram positivos, e coagulase e catalase positivas.

Tabela 1 - Resultado das análises microbiológicas das mãos dos manipuladores de pescado (M) e das bancadas (B) daFeira da Panair, Manaus - AM, Brasil.

Amostra	**UFC/ cm²**
M1	20000
M2	0
M3	27500
M4	10000
M5	80000
B1	0
B2	0
B3	50000
B4	5000
B5	25250

Fonte: Os Autores.

Conforme a Tabela 1, nas amostras das mãos (M), a presença de cepas de *Staphylococcus aureus* foi confirmada em 80 % dos casos, superando a encontrada por Resendes & Fernandes (2017) e Macedo *et al*. (2016), os quais detectaram respectivamente a presença de *S. aureus,* em 15,2 % e 58,8 %, nas amostras coletadas das mãos de manipuladores de unidades de alimentação e nutrição de Leopoldina - MG, e da feira livre de Vitória - ES. Com esse resultado, observa-se o despreparo e/oua desatenção dos manipuladores quanto à higienização, contribuindo assim para a contaminação do produto, visto que as mãos por apresentarem maior índice de umidade e servirem como veículo de trabalho, contribuem para a transmissão de patógenos (Ponath *et al*., 2016).

Staphylococcus aureus é considerado o micro-organismo responsável por grande parte dos surtos de intoxicação alimentar (Feitosa *et al*., 2017) provocados, por exemplo, pela deficiente higienização de utensílios, das mãos e das bancadas na comercialização. Por esse motivo, as bancadas (B) também foram examinadas quanto à contaminação bacteriana, confirmando-se a presença em 60 % nestes locais, como observado na Tabela 1. Os dados da pesquisa, mesmo que em menor quantidade de amostras, assemelham-se aos de Albuquerque *et al*. (2006), que observou a positividade de *S. aureus* em 60 % de um total de 20 bancadas analisadas na feira do Mucuripe, localizada em Fortaleza - CE.

Com o excesso de manuseio do pescado nos locais de preparo e comercialização e o fato da contaminação por *S. aureus* permear-se durante a manipulação do produto (Silva *et al*., 2020), realizou-se uma palestra sobre “Boas

práticas de manipulação do pescado" para os feirantes da Feirada Panair (Figura 5), visando demonstrar os resultados e à conscientização e orientação sobre a importância dessas simples ações.

Figura 5 - Palestra sobre "Boas práticas de manipulação do pescado" aos comerciantes da feira da Panair, Manaus-AM.

Fonte: Os Autores.

4. CONCLUSÕES

Em função dos resultados encontrados, pode-se afirmar que o *S. aureus* é uma realidade entreos manipuladores da feira da Panair, sendo que estes podem contribuir na perpetuação da cadeia epidemiológica da intoxicação estafilocócica e assim, na transmissão de DTA's, oferecendo-se, assim, também riscos ao consumidor.

Além disso, a falta de conhecimento sobre as "Boas práticas de manipulação do pescado" foi observada durante a coleta de material e bem como da ação educativa, evidenciando-se, dessa forma, que a ausência de treinamentos para esses manipuladores contribui na disseminação bacteriana e possível déficit da inocuidade do alimento.

Espera-se que mais trabalhos, com semelhantes abordagens, sejam realizados com mais regularidade no Brasil. Dessa forma, pode-se conhecer a realidade de tais estabelecimentos, contribuir na educação sanitária, garantir a qualidade higiênico-sanitária dos produtos, e por fim assegurar a saúde dos consumidores.

REFERÊNCIAS

Albuquerque, W. F., Vieira, R. H. S. F., Vieira, G. H. F. (2006). Isolamento de *Staphylococcus aureus*do gelo, água, bancadas e vendedores de pescado da feira do Mucuripe, Fortaleza, Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, 37(3), 299-303.

Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2013). *Microbiologia Clínica para o Controle deInfecção Relacionada à Assistência à Saúde. Módulo 6: Detecção e identificação de bactérias de importância médica* (1. ed). Brasília: Anvisa.

Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2019). *Lista de Padrões Microbiológicos para Alimentos Prontos para Oferta ao Consumidor*. Instrução Normativa N°. 60, de 26 de dezembro de 2019.

Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2003). *Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água*. Instrução Normativa N°. 62, de 26 de agosto de 2003.

Brasil, Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. (2019). *Guia de Vigilância em Saúde:volume único* (3. ed). Brasília: Ministério da Saúde.

Downes, F. P., Keith, I. (2001). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. (4. ed). Washington (D.C): American public health association.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2018). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible*. Roma: FAO.

Feitosa, A. C., Rodrigues, R. M., Torres, E. A. T., Silva, J. F. M. (2017). *Staphylococcus aureus* emalimentos. *Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, 4 (4), 15-31.

Infopesca. (2010). O mercado de pescado na região metropolitana de Manaus. Disponível em: <http://www.infopesca.org/sites/default/files/complemento/publilibreacceso/282/Manaus-completo.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2020.

Macedo, V. F., Zanardo, J. G., Lopes, R. P. C., Mendonça, F. M. S., Raymundo, N. L. S., Moraes, R.(2016). Prevalência de coliformes e *Staphylococcus aureus* em mãos de manipuladores de feira livrede Vitória - ES. *Revista Salus Journal Of Health Sciences*, 2 (2), 27-38.

Ministério da Saúde. (2019). *Doenças transmitidas por alimentos: causas, sintomas, tratamento e prevenção*. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/doencas-transmitidas-por- alimentos>. Acesso em: 24 jun. 2020.

Moura, C. M. C., Costa, J. A., Sousa, A. M., Filho Santos, J. H., Bacelar, R. G.A., Santos, J. T. O., Muraton, M. C. S. (2018). Avaliação da qualidade microbiológica de filés de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) e do gelo e a interação dos fatores após armazenagem. *Revista Medicina Veterinária do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco,* 13 (3), 10-13.

Oliveira, A. B. A., Paula C. M. D., Capalonga, R., Cardoso, M. R. I., Tondo, E. C. (2010). Doenças transmitidas por alimentos, principais agentes etiológicos e aspectos gerais: uma revisão. *Revista Hospital de Clínicas de Porto Alegre*, 30 (3), 279-285.

Olivetto, M. C., Ferraz, R. R. N. (2018). Qualidade microbiológica do consumo de pescado cru na culinária japonesa: síntese de evidências. *Revista International Journal of Health Management Review*, 4 (1), 01-05. Organização Pan-Americana da Saúde. (2019). *Segurança de alimentos é responsabilidade de todos*.Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5960:seguranca-dos-alimentos-e-responsabilidade-de-todos&Itemid=875#:~:text=O%20tema%20do%20Dia%20Mundial,turismo%20e%20o%20desenv olvimento%20sustent%C3%A1vel.>. Acesso em: 24 jun. 2020.

Ponath, F. S., Valiatti, T. B., Sobral, F. O. S., Romão, N. F., Alves, G. M. C., Passoni, G. P. (2016). Avaliação da higienização das mãos de manipuladores de alimentos do Município de Ji-Paraná, Estado de Rondônia, Brasil. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, 7 (1), 63-69.

Resende, F. R., Fernandes, F. M. (2017). Incidência de *Staphylococcus aureus* em mãos de manipuladores de alimentos de unidades de alimentação e nutrição de Leopoldina (MG). *Revista Científica da Faminas*, 12 (1), 15-25.

Santos, G. M., Cavalcanti, B. S., Sampaio, M. M. R., Bomfim, A. V., Leal, M. J. B. (2018). Avaliação das condições higiênico-sanitárias de manipuladores e verificação da temperatura de comercializaçãodo pescado em um mercado de peixe de Teresina-PI. *Revista Eletrônica da FAINOR,* 11 (1), 123- 134.

Silva, A. T. F., Rocha, P. G. G., Filho Fonseca, L. B., Costa, C. A., Nascimento, J. C. S., Neto Carvalho, P. M. (2017). Alterações microbianas dos produtos de pescado curados: Revisão. *RevistaPubvet,* 11 (7), 658-661.

Silva, C. S. Condições higiênicossanitárias dos postos de comercialização de pescado nas feiras-livrese no mercado municipal de Aracaju – SE. 44p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto Federal de Sergipe (IFS), São Cristovão, 2017.

Silva, J. B., Wanzeler, E. W., Guedes, R. M., Prazeres, A. R., Mescouto, L. G. B., Silva, E. V. C. (2020). Detecção de Staphylococcus coagulase positivo em peixes salgados e secos. *Revista BrazilianJournal of Development,* 6 (2), 6681-6692.

.

CAPÍTULO 04

SOLUÇÕES ALTERNATIVAS PARA O TRATAMENTO, DISPOSIÇÃO OU REUTILIZAÇÃO DE DEJETOS ANIMAIS PROVENIENTES DE ATIVIDADE SUINÍCOLA NO BRASIL

Gabriela Salvador da Costa
Pós-graduanda em MBA em Gestão Ambiental pela UFPR
Instituição: Universidade Federal do Paraná – UFPR
Endereço: Rua dos Funcionários, 1540 - Juvevê, Curitiba/PR, Brasil
E-mail: gabicostaa89@gmail.com

Maria Vitória Nogueira Marvulli
Tecnóloga em Agronegócio pela Faculdade de Tecnologia de Ourinhos e Técnica em Agropecuária pelo CEEP Agrícola Mohamad Ali Hamzé
Instituição: Faculdade de Tecnologia de Ourinhos - FATEC OURINHOS
Endereço: Av. Tancredo Neves, 4848 - Jd Eldorado, Vilhena/RO, Brasil
E-mail: vinogueiramarvulli@gmail.com

RESUMO: O presente trabalho possui o intuito de descrever os impactos ambientais negativos causados pela suinocultura, bem como, propor soluções já utilizadas no tratamento e uso dos dejetos, e apontar tecnologias menos difundidas ou em fase de pesquisa, como os biodigestores de modelo alemão, modelo de obtenção de fertilizantes organominerais balanceados, uso de microalgas, modelo de tratamento de dejetos SISTRATES (Sistema de Tratamento de Efluentes da Suinocultura) e criação de suínos em cama sobreposta (*deepbedding*).

PALAVRAS-CHAVE: Suinocultura, Manejo de dejetos, Descarte sustentável, Biogás, Biofertilizante.

ABSTRACT: This paper aims to describe the negative environmental impacts caused by the pig farming, as well asto propose customary solutions for the treatment and use of waste already employed by Brazilian swine farms. It also points out technologies that are use such as biodigesters model German, balancedorganomineral fertilizers, the use of microalgae, SISTRATES model (Sewage Service in Pig Farming) and pig breeding in overlapping bed (deepbedding).

KEYWORDS: Pigfarming, Waste management, Sustainable disposal, Biogas, Biofertilizer.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil se situa entre os maiores produtores e exportadores de carne suína do mundo, sendo toda essa produção dependente de produtores capacitados tecnicamente e grandes instalações para abrigo e engorda dos animais. Um dos principais desafios encontrados na suinocultura é o descarte correto dos dejetos provenientes dos suínos, para tal, é utilizado um grande volume de água, destinada tanto a nutrição animal, quanto para a higienização do local de instalação dos animais, visto que, a água residuária decorrente desta atividade possui grande potencial poluente. Faz-se necessário, portanto, o descarte e o tratamento adequado a esses resíduos, onde possam passar por processos quecontribuam para a diminuição do teor poluente para ser reinserido nos corpos d'água.

Visto exposto, o objetivo do trabalho está na apresentação de métodos que avaliam o progressoda qualidade ambiental na suinocultura, focando em soluções alternativas que tratam, dispõem ou reutilizam os dejetos animais produzidos pela atividade suinícola.

2. METODOLOGIA

A metodologia deste estudo tem por finalidade o levantamento de dados pertinentes à área de tratamento de dejetos na suinocultura, abordada no presente trabalho por meio da ferramenta de buscado Google Acadêmico, sites governamentais (MAPA e IAPAR), revisão literária como fichas técnicas de órgãos nacionais, artigos científicos publicados e revistas científicas eletrônicas. As buscas foram realizadas por meio de materiais apurados para obtenção de uma análise teórica referente ao assunto proposto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. PROBLEMAS AMBIENTAIS PROVENIENTES DAS ATIVIDADES SUINÍCOLAS

A principal preocupação ambiental referente à suinocultura está no impacto ambiental negativo causado pela mesma, sendo que é grande consumidora de água para diversas atividades para produção de carne suína, além dos animais gerarem uma alta carga de dejetos, podendo ser contaminante de água e solo, principalmente em regimes de criação confinada e intensiva onde há um maior número de animais. A

constituição dos dejetos, segundo Ito *et al*. (2019), são: esterco, urina, resíduos de ração e água, sendo que as quantidades e composições do material variam conforme o manejo adotado na propriedade, bem como, dependem de fatores zootécnicos, ambientais e dietéticos.

Para Dias *et al.* (2016), entende-se que diversos aspectos são levados em conta para a escolha do tipo de modelo de gestão de resíduos, assim como o tipo de instalação para a criação, pois este último fator impacta diretamente na coleta e destinação final dos resíduos. Em paralelo, o tratamentodos dejetos provenientes da criação suinícola, devem atender os objetivos propostos, referindo-se à melhoria da qualidade do solo, água, ar, saúde humana e animal, com objetivo de recuperação dos nutrientes, geração de energia e conservação da água.

Outro fator importante e que contribui para o aspecto econômico da atividadeé a geração de fertilizantes através da reciclagem dos dejetos suínos, ricos em fósforo e que podem ser usados tantopara a adubação via solo, quanto foliar, dependendo da composição do material (KONZEN, 2006). Em sequência, Oliveira e Higarashi (2006), abordam diversos sistemas de gestão de resíduos que também produzem o biogás a partir da decomposição dos dejetos, produzindo, portanto, energia elétrica que pode abastecer a própria granja ou gerar um excedente a ser lançado na rede elétrica, tornando a atividade viável economicamente para o produtor rural.

3.2. MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO (MDL)

O MDL é um meio de atuação que visa o alcance do desenvolvimento sustentável através de metas de redução, emissão e aplicação de recursos financeiros em projetos que reduzam a emissão degases de efeito estufa e captura de carbono (sequestro de carbono).

Os países em desenvolvimento necessitam de investimentos para implantação de tecnologias limpas para a produção de bens de consumo, e também, para a gestão e tratamento de resíduos, um dos setores onde os projetos MDL podem ser desenvolvidos. Esses projetos desenvolvidos para aprovação são baseados em fontes alternativas de energia, eficiência e conservação de energia oureflorestamento, sendo que existem regras para posterior aprovação dos mesmos no âmbito do MDL. No caso específico do tratamento racional dos resíduos de suínos, os projetos precisam atender procedimentos que diminuam o risco ambiental dos dejetos, redução de custos através da utilizaçãodo gás produzido, e geração de renda extra

ao produto rural por meio da possível venda do adubo orgânico.

3.3. MANEJO DE DEJETOS

Os dejetos provenientes da suinocultura contribuem para a poluição da água, solo e ar, se tornando um problema que deve ser solucionado durante a atividade produtiva, pois, seu manejo inadequado pode causar sérios danos ambientais.

Para que se obtenha um tratamento eficaz e aproveitamento dos resíduos, Silva *et. al* (2015), menciona que, é ideal que o empresário realize um bom planejamento da instalação granjeira, levando em conta as etapas de produção e coleta, armazenagem, tratamento e utilização dos dejetos na formasólida, pastosa ou líquida.Os dejetos podem ser depositados em esterqueiras para que sejam fermentados e depois de prontos, podem ser utilizados como fertilizantes, em caso do uso de bioesterqueiras, ocorrerá uma redução da carga orgânica do dejeto, melhorando a qualidade do esterco a ser distribuído na lavoura, pois, produz-se biogás e biofertilizante através da fermentação anaeróbiada matéria orgânica.

De acordo com Matos *et. al* (2009), há uma solução simples para o tratamento primário/secundário de águas residuárias ricas em material orgânico, que é a realização dos sistemas alagados construídos (SACs), que diminui a carga poluidora da água residuária, podendo assim, ser usada sequencialmente na produção vegetal. Os (SACs) agem como filtros, auxiliando na redução dos agentes físicos, químicos e biológicos, filtrando os sólidos suspensos das partículas coloidais demaior tamanho que estão presentes na água.

O processo de compostagem dos dejetos também pode ser utilizado como uma alternativa de tratamento. Martini *et. al* (2015), diz que esta tecnologia, quando bem conduzida, ao final do processopermite a obtenção do fertilizante orgânico humificado, que possui baixa umidade e alta concentração de nutrientes. Com o produto estabilizado e pronto para ser aplicado ao solo, o produtor rural pode optar pela venda do mesmo, gerando uma fonte de renda extra, ou então usá-lo para a fertilização das culturas da sua própria propriedade.

3.4. MANEJO SUSTENTÁVEL DE DEJETOS

O processo de tratamento contribui para a diminuição de dejetos que poderiam se tornar uma ameaça ao solo, trechos d’água e poluição do ar. É fundamental a realização deste processo, além deproporcionar ao produtor, uma nova alternativa de fonte de renda.

Fugindo das formas habituais de tratamento dos dejetos suínos, outras tecnologias menos difundidas ou em fase de pesquisa também podem contribuir para redução, reutilização e reciclagemdesse material orgânico, originalmente causador de impactos ambientais negativos.

Utilizando um biodigestor, o produtor rural conseguirá obter benefícios relacionados à parte ambiental e econômica do seu empreendimento, pois, com a implementação do mesmo, ele obterá uma redução nos gastos com a energia elétrica e com outros combustíveis necessários para manter sua produção, além de, tornar suas atividades principais, em atividades de cunho mais sustentáveis (JÚNIOR, 2017).

Biodigestores de modelo alemão

O biodigestor Alemão, como é chamado, é uma tecnologia na gestão de resíduos orgânicos semelhantes a ”lagoa coberta”, já difundida no Brasil, sendo muito mais eficiente no tratamento de dejetos e na geração de biogás. Além dos dejetos suínos, há a possibilidade de reciclar também “os resíduos do setor da agricultura e finalmente os resíduos sólidos orgânicos urbanos” (DIAS, 2016).

Este modelo é bastante difundido na Europa, e aos poucos já tem sido implementado no Brasil,sendo que uma das maiores restrições para o avanço desse estilo de gestão de resíduos, está no alto custo de investimento pela tecnologia que o modelo oferece, apesar de ser ideal para grandes propriedades suinícolas.

Fertilizantes organominerais balanceados

Os fertilizantes organominerais são aqueles oriundos das matérias-primas geradas nas atividades agropecuárias, industriais, agroindustriais e comerciais, incluindo aquelas de origem vegetal, animal, lodos industriais e agroindustriais de sistemas de tratamento de águas residuárias (MATIAS, 2014).

Segundo Luz *et al.* (2010), esse tipo de fertilizante pode ser utilizado na produção de mudas e na produção comercial de hortaliças, podendo ser utilizado como adubo foliar. Então, pode-se identificar que este subproduto é uma alternativa rentável ao empresário que já possui o sistema de tratamento dos dejetos suínos.

De acordo com Dias *et al.* 2016, o uso dos fertilizantes fabricados em escala industrial provenientes de dejetos suínos tem aumentado consideravelmente pelos estudos realizados e também pela qualidade do material, tão abundante em diversas

regiões do país pela atividade suinícola. O funcionamento se daria através de uma fábrica específica, capaz de compor diretamente os materiaisem grande escala.

Microalgas

As microalgas são organismos vivos que se alimentam dos nutrientes presentes nos dejetos suínos, sendo empregada eficientemente no tratamento dos mesmos e na geração de biogás. Elas possuem a capacidade de tornar a gestão de resíduos mais eficiente pela sua executabilidade, sendo “facilmente aplicável à realidade da suinocultura nacional” (SOUZA, 2015). Outra grande vantagem desse sistema é a produção de energia elétrica e gás.

Segundo Campos *et al*. (2018), as microalgas se tornaram uma alternativa que apresentam um grande potencial na descontaminação de efluentes, pois, seu processo metabólico é capaz de modificar as condições químicas e físicas da água residuária, deixando-a possivelmente despoluída, desta maneira, tornando possível lançar este efluente proveniente das atividades granjeiras.

Em estudos realizados pela EMBRAPA, as microalgas são cultivadas nas lagoas de águas residuárias, podendo ser incrementadas nos biodigestores para aumentar a produção de biogás, mas, além da produção de energia, este material também pode ser enviado para indústrias de biocombustíveis, assim, se tornando uma matéria prima para a produção de etanol, então, a microalgapode ser destinada para alguns usos, como na cadeia de produção animal, produção de cosméticos e linha farmacêutica (SOUZA, 2015).

Sistrates

O modelo SISTRATES (Sistema de Tratamento de Efluentes da Suinocultura), foi especialmente moldado para atender a demanda pela gestão dos dejetos suínos com vistas a inibiçãodo lançamento dos mesmos em corpos d’água e solo, e também na redução dos gases do efeito estufa. Adiante do cumprimento do aspecto ambiental, existe a preocupação em recuperar o fósforo de alta pureza presente na composição desse material orgânico, nutriente que posteriormente pode ser comercializado como fertilizante e, portanto, transportado para outras localidades (KUNZ, 2019). Outro subproduto obtido por meio do SISTRATES é a produção de biogás para geração de energia elétrica e calor.

Esta tecnologia pode ser empregada em pequenas e grandes propriedades, dependendo exclusivamente da quantidade de dejetos que serão lançados para funcionamento. Tem como principal impedimento, o seu alto valor inicial de investimento, por outro lado, os principaisbeneficiários deste tipo de sistema são as instalações suinícolas com restrição de área ou em expansão.

O processo de tratabilidade dos efluentes está baseado na “separação física de sólidos, seguida da biodigestão anaeróbia, remoção biológica de nitrogênio por nitrificação e desnitrificação e precipitação química de fósforo” (KUNZ, 2019).

Criação de suínos em cama sobreposta (deepbedding)

Este sistema de criação, conhecido principalmente como *deepbedding*, é diferenciado por abrigar os animais confinados em cama de maravalha, bagaço de cana hidrolizado (ou palha) ou cascade arroz, segundo pesquisas realizadas por Dias *et al*. (2011). Os dejetos suínos que são despejados nas camas passam por um processo de compostagem no próprio ambiente e, portanto, podem ser reaproveitados como adubo orgânico de forma mais prática pelos produtores rurais.

Para a implantação deste tipo de criação, o requerimento está no bom manejo sanitário exercido pelo produtor, bem como, maior disponibilidade de água, material de boa qualidade para a cama sobreposta e um plantel de matrizes saudáveis. É uma alternativa concebida para a agricultura familiar, voltada a pequenas propriedades rurais onde o volume de dejetos gerados é baixo. A indicação de Costa *et al*. (2006), é para a implantação deste tipo de criação em até 25 animais nas fases de crescimento e terminação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo o Brasil um dos maiores produtores e exportadores de carne suína, faz-se necessária uma produção que contemple não somente os aspectos de produção e produtividade, mas sim que se adeque ambientalmente, proporcionando ao meio ambiente um descarte correto dos resíduos e atendendo uma expectativa dos consumidores do produto.

Além de contemplar o aspecto socioambiental, o manejo adequado dos resíduos, a princípio inutilizáveis e poluentes, pode gerar a produção de fertilizante comercializável e também energia elétrica através do biogás.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, N. S.; MONTENEGRO, R. C.; MARANGUAPE, J. S. Uso de tecnologias no tratamentode dejetos de suínos para redução dos impactos ambientais. **VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. 2016. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/XI- 035.pdf>.

CAMPOS, R. F.; WENDLING, C. S.; MATIAS, C. A. Utilização de Microalgas no Processo de Tratamento de Efluentes: Biorremediação e sua Interação. **Revista UNIPLAC**, v.6, n.1, 2018. Disponível em: <http://revista.uniplac.net/ojs/index.php/uniplac/article/view/3163>.

COSTA, O. A. D.; OLIVEIRA, P. A. V.; HOLDEFER, C.; LOPES, E. J. C.; SANGOI, V. Sistem Alternativo de Criação de Suínos em Cama Sobreposta para Agricultura Familiar. **ComunicadoTécnico - 419**. Concórdia-SC. 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/962451/1/DCOT419.pdf>.

DIAS, A. C.*et al*. Manual Brasileiro de Boas Práticas Agropecuárias na Produção de Suínos. Brasília,DF: ABCS; MAPA; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. 140 p.; 29,7 cm.

DIAS, C. P.; LEITÃO, F. O.; COSER, F.; SILVA, W. H.; OLIVEIRA, P. A. V. Tecnologias para o tratamento de dejetos suínos com vistas à sustentabilidade. **AVESUI**, Florianópolis - SC, 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/suinocultura- abc/arquivos-artigos/resumo-expandido-2.pdf>.

ITO, M.; GUIMARÃES, D.; AMARAL, G. Impactos ambientais da suinocultura: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, 44, p. 125-156. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/9974/2/BS%2044%20Impactos%20ambientais %20da%20suinocultura_P.pdf>.

JÚNIOR, E. S.; POZZO, D. M. D.; SANTOS, R.F. Tratamento de dejetos gerados em suinoculturasatravés do biodigestor. **II Seminário de Engenharia de Energia na Agricultura Acta Iguazu**, v. 6, n. 5, 2017. Disponível em: <http://saber.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/18532/12104>.

KONZEN, E. A. Viabilidade Ambiental e Econômica de Dejetos Suínos. **EMBRAPA**, Documentos59, ISSN 1518-4277, Sete Lagoas - MG. 2006. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19655/1/Doc_59.pdf>.

KUNZ, A.; ALBINO, J. J.; BORTOLI, M.; MIELE, M. Sistrates - suinocultura com sustentabilidadeambiental e geração de rendas. **EMBRAPA**. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/Biog%C3%A1sFert+-+Sistrates+-+Suinocultura+com+sustentabilidade+ambiental+e+gera%C3%A7%C3%A3o+de+renda.pdf>.

LUZ, J. M. Q.; OLIVEIRA, G.; QUEIROZ, A. A.; CARREON, R. Aplicação foliar de fertilizantesorganominerais em cultura de alface. **Hortic. Brasileira**., v. 28, n. 3, jul.- set. 2010. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/revista/revista/ph_1936.pdf>.

MARTINI, R.; TURMINA, L.; OLIVEIRA, P. A. V. Avaliação de arranjo tecnológico para tratamentos dos dejetos líquidos de suínos por compostagem e produção de fertilizante orgânico. **IVSIGERA**, Rio de Janeiro-RJ, 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1033330/1/final7809.pdf>.

MATIAS, G. C. S. **Legislação de fertilizantes organominerais e políticas públicas para o setor.**2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-tematicas/insumos-agropecuarios/anos-anteriores/legislacao-de- fertilizantes-organominerais-e-gestao-de-residuos-solidos-abisolo-82.pdf>.

MATOS, A. T.; ABRAHÃO, S. S.; MONACO, P. A. V. L. Eficiência de sistemas alagados construídos na remoção de poluentes de águas residuárias da suinocultura. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 5, n. 2, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v32n6/16.pdf>.

MATOS, A. T.; FREITAS, W. S.; FIA, R.; MATOS, M. P. Qualidade do efluente de sistemas alagados construídos utilizados no tratamento de águas residuárias da suinocultura visando seu reuso.**Revista de Engenharia na agricultura**, Viçosa - MG, V.17 N.5, Setembro / Outubro 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/ojs/reveng/article/view/149/124>.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE GOIÁS. **Mecanismos de Desenvolvimento Limpo – MDL**. 2019.Disponível em:<http://www.mpgo.mp.br/portal/noticia/mecanismos-de-desenvolvimento-limpo-mdl#.XYOy0vJKg2w>.

OLIVEIRA, P. A. V.; HIGARASHI, M. M. Geração e utilização de biogás em unidades de produçãode suínos. **EMBRAPA**, Documentos 115, ISSN 0101-6245, Concórdia - SC. 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/856124/1/doc115.pdf>.

PEREIRA, E. R.; DEMARCHI, J. J. A. A.; BUDIÑO, F. E. L.**A questão ambiental e os impactoscausados pelos efluentes da suinocultura**. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_3/QAmbiental/index.htm>.

PORTAL EMBRAPA SUÍNOS E AVES. **Central de Inteligência de Aves e Suínos**. 2019.Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/suinos/brasil>.

SANTOS, D. T.; SILVA, V. M. A suinocultura e os impactos ao meio ambiente. **Ciência e Tecnologia - CIENTEC**, Cruz Alta - RS, v.2, n.2 p.43-48, dez./2018. Disponível em: <http://revistaeletronica.unicruz.edu.br/index.php/CIENCIAETECNOLOGIA/article/view/8120/18 39>.

SILVA, C. M.; FRANÇA, M. T.; OYAMADA, G. C. Características da suinocultura e os dejetoscausados ao ambiente. **Connect On Line**, Várzea Grande - MG, n.2, 2015. Disponível em: <http://periodicos.univag.com.br/index.php/CONNECTIONLINE/article/view/199/453>.

SOUZA, J. C. P. V. B. Embrapa gera mecanismo de desenvolvimento limpo para suinocultura. **Embrapa Suínos e Aves.** 2007. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18010015/embrapa-gera-mecanismo-de-desenvolvimento-limpo-para-suinocultura>.

SOUZA, J. C. P. V. B. Microalgas decompõem dejetos suínos e geram biodiesel. **Embrapa Suínose Aves.** 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3231374/microalgas-decompoem-dejetos-suinos-e-geram-biodiesel>.

CAPÍTULO 05

EFEITO DO TRÁFEGO DE UM TRATOR COM RODADO SIMPLES E DUPLO NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM LATOS SOLO VERMELHO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

Valéria Testa
Mestranda em Engenharia Agronômica pela Universidade do Porto
Instituição: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
Endereço: Rua do Campo Alegre s/n, 4169-007, Porto - Portugal
E-mail: valeriasignortesta@gmail.com

Cícero Ortigara
Doutor em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Endereço: Av. Bento Gonçalves, 7712, 91540000, Porto Alegre/RS - Brasil
E-mail: ciceroortigara@hotmail.com

Lucas Aquino Alves
Doutorando em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Endereço: Av. Bento Gonçalves, 7712, 91540000, Porto Alegre/RS - Brasil
E-mail: lucasalves.la@hotmail.com

Lucas Roberto Perin
Graduando em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria
Instituição: Universidade Federal de Santa Maria
Endereço: Linha Sete de Setembro, BR 386, km 40, CEP 98400-000
E-mail: lucas_perin_lwks@hotmail.com

Vanderlei Rodrigues da Silva
Doutor em Biodinâmica de Solos pela Universidade Federal de Santa Maria
Instituição: Universidade Federal de Santa Maria
Endereço: Linha Sete de Setembro, BR 386, km 40, CEP 98400-000
E-mail: vanderlei@ufsm.br

RESUMO: A compactação do solo pode ser definida como um aumento da densidade do solo e consequente redução da porosidade do solo, sendo uma das formas de degradação da estrutura física do solo mais estudada atualmente. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tráfego do trator com diferentes rodados, simples e duplo, nas propriedades físicas do solo e nos diferentes tipos de uso e manejo do mesmo. O trabalho foi conduzido no município de Santo Antônio do Planalto-RS, o solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, argiloso. Os tratamentos consistiram em passadas únicas com um trator agrícola, inicialmente equipado com rodado simples e posteriormente com rodado duplo e uma área sem tráfego, nos diferentes sistemas de manejo: i) sistema plantio direto contínuo (SPD); ii) sistema plantio direto escarificado a um ano (SPD+E); iii) sistema plantio direto escarificado recente (SPD+ER). Posteriormente coletaram-se amostras de solo indeformadas para realização das análises de porosidade total, macroporosidade e ensaio de pressão de pré-consolidação. Os resultados demonstraram que o rodado

simples foi o que causou maiores danos ao solo e o rodado duplo pode ser uma estratégia para evitar a compactação. Porém, ambos os rodados diminuem a porosidade total do solo, principalmente onde foi escarificado. Quando utilizado o rodado simples os valores da pressão de pré-consolidação aumentam.

PALAVRAS-CHAVE: Compactação, Escarificação, Sistema Plantio Direto.

ABSTRACT: Soil compaction can be defined as an increase in soil density and a consequent reduction in soil porosity, currently being one of the most studied forms of degradation of the physical structure of the soil. Thus, the aim of this work was to evaluate the effect of tractor traffic with different wheels set, single and double, on the physical properties of the soil and on the different types of use and management systems. The work was carried out in the city of Santo Antônio do Planalto-RS, the soil is classified as a dystrophic, clayey Red Latosol (Oxysol). The treatments consisted of single passes with an agricultural tractor, initially equipped with single wheels and later with double wheels and an area without traffic, in different management systems: i) no-tillage system (SPD); ii) one-year scarified no-tillage system (SPD + E); iii) recent scarified no-tillage system (SPD + ER). Thereafter, undisturbed soil samples were collected to carry out the analysis of total porosity, macro porosity and pre-consolidation pressure test. The results showed that the simple wheelset caused the greatest damage to the soil and the double wheelset can be a strategy to avoid compaction. However, both wheels reduce the total porosity of the soil, especially where it was scarified. When using the simple wheel set, the pre-consolidation pressure values increase.

KEYWORDS: Compaction, Scarification, No-Tillage System.

1. INTRODUÇÃO

A compactação constitui uma das principais causas da degradação do solo, o aumento no estadode compactação do solo é acompanhado por incrementos na sua densidade e resistência mecânica, bem como por reduções na porosidade total, macroporosidade, capacidade de infiltração de água, aeração e condutividade hidráulica (DIAS JUNIOR & PIERCE, 1996).

A necessidade em determinados períodos da safra agrícola de se realizar o tráfego de máquina sem solos, com condições de umidade elevada, pode promover a compactação excessiva em superfíciee subsuperfície do solo (SECCO *et al*., 2004).

Para a minimização dos efeitos da compactação, a escarificação esporádica do solo tem sido uma alternativa viável (Camara & Klein, 2005). A operação de descompactação por meio da escarificação tem por objetivo aumentar a porosidade do solo, reduzindo sua densidade, rompendo as camadas superficiais encrostadas e camadas subsuperficiais adensadas. (KOCHHANN & DENARDIN, 2000).

Formas muito usuais de avaliar a compactação do solo são utilizadas atualmente, como a densidade do solo, porosidade, infiltração de água no solo, e mais recentemente, a capacidade de suporte de carga como uma importante ferramenta para o controle da compactação em áreas mecanizadas. A pressão de preconsolidação é um parâmetro físico obtido a partir do ensaio de compressibilidade, caracterizando-se por determinar a maior pressão que o solo já sofreu no passado e indicando a máxima pressão que o solo poderá sofrer sem que ocorra compactação adicional (DEBIASI *et al*., 2008; KELLER & LAMANDÉ, 2010).

A hipótese deste trabalho é que a utilização de rodado duplo em tratores agrícolas é capaz de reduzir os efeitos da compactação para níveis abaixo dos considerados como críticos. Desta forma, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito do tráfego do trator com diferentes rodados, simples e duplo, nas propriedades físicas do solo e nos diferentes tipos de uso e manejo do mesmo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no município de Santo Antônio do Planalto - RS, no planalto médio rio-grandense, micro região Alto - Jacuí. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, argiloso (Santos *et al*., 2006). O Clima, segundo a classificação de Köppen, (Cfa) é subtropical úmido com precipitação e temperatura

média anual de 1.560 mm e 19,3 ºC (Moreno, 1961), respectivamente. A área experimental localiza-se geograficamente a latitude 28°24’ Sul e longitude 52°41’ Oeste e altitude de 516 m.

O tráfego foi simulado com trator da marca Valtra modelo BM 110 4x4, com massa de 5,31 Mg, equipado com rodado duplo traseiro. Os pneus traseiros apresentam a dimensão 13.6-38R e os dianteiros 12.4-24R e pressão de inflação de 30 lbs pol^{-2}. Os tratamentos consistiram em passadas únicas com um trator agrícola, inicialmente com rodado simples (RS) e posteriormente com rodado duplo (RD) ao lado e manteve-se uma área sem tráfego (ST), nos diferentes sistemas de manejo: i) sistema plantio direto contínuo (SPD); ii) sistema plantio direto escarificado a um ano (SPD+E); iii) sistema plantio direto escarificado recente (SPD+ER). Para a escarificação foi utilizado um subsolador com 7 hastes espaçadas a 0,30 m entre si, com ação média de 0,30 m de profundidade. Para o SPD o rodado traseiro simples apresentou área de contato com o solo de 1.450 $cm^{2,}$ e o duplo 2.787 cm^2, no SPD+E o rodado simples apresentou 1.300 cm^2 e o duplo 3.086 cm^2, no SPD+ER o simples teve 1.438 cm^2 e o duplo 2.648 $cm^{2.}$

Foram coletadas amostras indeformadas, utilizando anéis metálicos de 5 cm de altura e 5 cm de diâmetro, coletados em 3 profundidades: 0,00-0,05 m; 0,05-0,10 m e 0,10-0,15 m, sendo coletados no centro do rastro do pneu e também onde não foi trafegado com o trator (ST). A inserção dos cilindros no solo foi realizada de maneira manual com a utilização de um extrator e um martelo pedológico.

Em laboratório as amostras foram preparadas e saturadas por capilaridade e a umidade foi equilibrada em mesa de tensão a -6 kPa. Essas amostras foram submetidas a ensaios de compressão uniaxial, utilizando o sistema de consolidação automatizado, sendo elas submetidas a nove pressões,25, 50, 100, 200, 400, 800 e 1.600 kPa, até que 90 % da deformação máxima fosse alcançada (SILVA *et al*., 2007). Após o ensaio de compressão uniaxial foram obtidos os valores referentes a pressão de pré-consolidação. As curvas foram ajustadas pelo software Compress (método Casagrande). Ao término dos ensaios de compressibilidade as amostras foram levadas a estufa a 105 °C até peso constante (Embrapa, 1997).

As médias foram submetidas à análise da variância pelo teste F ($p<0,05$). Quando significativos as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico Statistical Analisys System.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Porosidade Total

Na **tabela 1** é possível visualizar os valores de porosidade total (PT) do solo para cada sistemade manejo e tráfego da área. Avaliando os tratamentos na camada de 0,00-0,05 m, observa-se que para o tratamento SPD não houve alterações nos valores, isso pode ser em razão da melhor estruturação do solo, onde não ocorrem operações de revolvimento a vários cultivos.

Para o tratamento SPD+E, ainda na camada de (0,00-0,05 m), o maior valor foi observado onde não foi aplicado o tráfego (0,58 m³ m⁻³), isso pode ser explicado devido à ausência de pressão aplicada no solo e ao revolvimento do solo que diminui o estado de compactação. Esta situação se repete para o tratamento SPD+ER.

Tabela 1. Porosidade total (PT) do solo para os diferentes sistemas de uso em função do tráfego agrícola em três profundidades. Santo Antônio do Planalto, RS. 2013.

Tratamento	ST	RD	RS
	PT (m³ m³)		
	0,00-0,05 m		
SPD	0,52Baα	0,52Aaα	0,52Aaα
SPD+E	0,58Aaα	0,54Aabα	0,52Abα
SPD+ER	0,59Aaα	0,55Aabα	0,52Abα
		0,05-0,10 m	
SPD	0,50Baα	0,47Baβ	0,48Aaβ
SPD+E	0,57Aaα	0,48ABbβ	0,49Aaα
SPD+ER	0,56Aaα	0,53Aabα	0,49Abα
		0,10-0,15 m	
SPD	0,52Aaα	0,44Bbβ	0,47Abβ
SPD+E	0,52Abaβ	0,48Baβ	0,48Aaα
SPD+ER	0,50Baβ	0,53Aaα	0,51Aaα

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, minúscula na linha e grega entre profundidades não diferem entresi pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. SPD: sistema plantio direto; SPD+E: sistema plantio direto escarificado; SPD+ER: sistema plantio direto escarificado recente. RD: tráfego com rodado duplo; RS: tráfego com rodado simples; ST: sem tráfego.

Ainda na mesma profundidade (0,00-0,05 m), não houve diferença estatística nos valores obtidos nos diferentes manejos do solo SPD, SPD+E, SPD+ER, nos tráfegos RD e RS, verificando assim que os sistemas utilizados para mitigar efeito da compactação, escarificação e duplagem, não foram capazes de minimizar o efeito degradante do tráfego.

Para a profundidade de 0,05-0,10 m, o tratamento SPD+E apresentou maior

valor no sistema ST (0,57 m³ m⁻³), devido ao fato de no tratamento ST não ser empregada nenhuma carga no solo. No tratamento SPD+ER, continua sendo do ST os maiores valores, porém este não diferindo estatisticamente do RD.

Na profundidade 0,10-0,15 m, o sistema SPD no tratamento ST teve o maior valor de PT (0,52 m^3 m^{-3}), seguido por RS (0,47 m^3 m^{-3}) e RD (0,44 m^3 m^{-3}), respectivamente, estes últimos não diferindo entre si, demonstrando que a influência do pneu do trator atinge essa profundidade, causando uma região de maior compactação do solo no SPD. No SPD+E e SPD+ER, os valores não diferem estatisticamente entre si, onde pode ser observado que a escarificação aumenta a porosidadetotal do solo.

Pressão de pré-consolidação

Os dados da σp apresentados na **tabela 2** demonstram que, quando comparamos os sistemas de manejo (tratamentos), em cada tipo de tráfego agrícola na profundidade de 0,00-0,05 m, percebe-se que no tratamento SPD o RS obteve o maior valor de σp com 92,2 kPa, seguido pelo RD 64,73 kPa, tendo ST apresentado o menor valor 31,7 kPa. Para os tratamentos SPD+E e SPD+ER, não houve diferença significativa entre os valores encontrados. Estes resultados são explicados pelo aumento da compactação do solo ocasionado pelo tráfego agrícola, como pode ser visto na avaliaçãodos tipos de rodados para esta profundidade, sendo que no RS a pressão de contato entre a superfíciedo pneu com o solo é maior, ocasionando maior σp. A escarificação na camada superficial agiu de maneira a diminuir a σp, anulando os efeitos do SPD.

Tabela 2. Pressão de pré-consolidação (σp) do solo para os diferentes sistemas de uso em função do tráfego agrícola emtrês profundidades. Santo Antônio do Planalto, RS. 2013.

	ST	RD	RS
		------------------0,00-0,05------------------	
SPD	31,7Abα	64,7Aabβ	92,2 Aaα
SPD+E	39,8Aaα	43,3Aaα	42,0 Baα
SPD+ER	44,2Aaα	60,7Aaα	41,6 Baβ
		------------------0,05-0,10------------------	
SPD	53,4Aaα	63,0Aaβ	35,5 Baβ
SPD+E	27,6Abα	75,1Aaα	21,2 Bbα
SPD+ER	23,8Abα	50,4Abα	99,8 Aaα
		------------------0,10-0,15------------------	
SPD	41,0Bbα	105,3Aaα	107,4 Aaα
SPD+E	59,3Aaα	76,6ABaα	48,3 Baα
SPD+ER	52,5ABaα	69,5Baα	73,0 Aaαβ

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, minúscula na linha e grega entre profundidades não diferem entresi pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. SPD: sistema plantio direto; SPD+E: sistema plantio direto escarificado; SPD+ER: sistema plantio direto escarificado recente. RD: tráfego com rodado duplo; RS: tráfego com rodado simples; ST: sem tráfego.

Para a profundidade de 0,05-0,10 m, o tratamento SPD não apresentou diferença significativaquando comparado aos tipos de rodado e ausência de tráfego. O RS teve influência direta sobre a σpno tratamento SPD+ER demonstrando ser maior, esse aumento da σp pode ser oriundo da escarificação recente.

Na profundidade 0,10-0,15 m, para o tratamento SPD os valores de σp obtidos para RD e RSforam os maiores 105,3 kPa e 107,46 kPa respectivamente, estes não tendo diferença entre si, mas ambos diferindo do tratamento ST que foi menor. Estes resultados corroboram com Assis; Lanças (2005), pois o tráfego agrícola no SPD promove a formação de uma camada compactada abaixo dos 0,10 m de profundidade, encontrando assim, nesta profundidade maiores valores de σp.

4. CONCLUSÕES

O tráfego de máquinas tem influência negativa sobre as propriedades físicas do solo, provocando redução de valores de porosidade total e acréscimo da capacidade de suporte de carga.

A utilização de tratores com rodado simples provoca maiores reduções de porosidade no solo. O tráfego com RS diminui a porosidade total a níveis inferiores a 0,50 m^3 m^{-3} em todos os sistemas de manejo da profundidade de 0,05-0,010 m e, também, no SPD e SPD+E na profundidade de 0,10-0,15 m.

REFERÊNCIAS

ASSIS, R. L. de; & Lanças, K. P. Avaliação da compressibilidade de um Nitossolo Vermelho distroférrico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 507-514, 2005.

CAMARA, R.K.; KLEIN, V.A. Escarificação em plantio direto como técnica de conservação do solo e da água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.789-796, 2005.

DEBIASI, H. *et al*. Capacidade de suporte e compressibilidade de um argissolo, influenciadas pelo tráfego e por plantas de cobertura de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2629-2637, 2008.

DIAS JUNIOR, M. S.; PIERCE, F. J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p. 175-182, 1996.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 1997. 212 p.

KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, J. E. **Implantação e manejo do sistema plantio direto.** EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, 2000. 36p.

KELLER, T.; Lamandé, M. Challenges in the development of anaytical soil compaction models. **Soil & Tillage Research, v.** 111, p. 54-64, 2010.

MORENO, J. A. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, **Secção de Geografia**, 1961, 38 p.

SANTOS, H. G. *et al*. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SECCO, D. *et al*. Produtividade de soja e propriedades físicas de um Latossolo submetido a sistemas de manejo e compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa**, v. 28, n. 5, p. 797-804, 2004.

SILVA, R. B.; LANÇAS, K. P.; MASQUETTO, R. J. Consolidometro: Equipamento pneumático - eletrônico para avaliação do estado de consolidação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 617-615, 2007.

CAPÍTULO 06

RENATURALIZAÇÃO DE CURSOS D'ÁGUA EM MANAUS/AM

Adelina Cristina A Chaves
Graduanda do curso de Engenharia Civil pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologiado Amazonas / Departamento de Infraestrutura - DAINFRA
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, IFAM
Endereço: Av. Sete de Setembro, 1975 - Centro, Manaus/AM, 69020-120
E-mail: adelinacristina@gmail.com

Iraúna Maiconã Rodrigues de Carvalho
Graduando do curso de Engenharia Civil pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologiado Amazonas / Departamento de Infraestrutura - DAINFRA
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, IFAM
Endereço: Av. Sete de Setembro, 1975 - Centro, Manaus/AM, 69020-120
E-mail: iraunaaa@gmail.com

Jussara Socorro Cury Maciel
Doutorado em Planejamento de Transporte e Logísitica pela Coppe/ UFRJ
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, IFAM
Endereço: Av. Sete de Setembro, 1975 - Centro, Manaus/AM, 69020-120
E-mail: jussaracury7@gmail.com

RESUMO: A cidade de Manaus possui importantes bacias hidrográficas que apresentam altos índices de poluição, ocupação das margens, redução de drenagem natural e acúmulo de resíduos sólidos. Tais áreas precisam de alternativas que possibilitem mudança da paisagem de forma positiva, melhorandoa qualidade dessas áreas, a mobilidade e o lazer da comunidade. Este trabalho identifica e mapeia os principais igarapés e cursos d'água das bacias hidrográficas de Manaus e propõe alternativas para renaturalização das áreas dos igarapés, visando garantir o retorno dos cursos d'água em sua plenitude. Utiliza-se de mapas hidrológicos, georreferenciados, das bacias de Manaus, pesquisas dos órgãos públicos e revisão bibliográfica de cientistas locais, que investigam a recuperação dos leitos de rios. Daí, delimita as bacias hidrográficas e propõe alternativas para renaturalização dos cursos d'água. Visa, dessa forma, contribuir com a discussão referente a sustentabilidade ambiental e contribuir comconscientização pela necessidade de implementação de ações com responsabilidade socioambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Renaturalização de Rios, Bacias Hidrográficas de Manaus, Sustentabilidade

ABSTRACT: Manaus City has important urban watersheds that have high pollution levels, margins occupation, reduction of natural drainage and solid waste backlog. Such areas need alternatives that enable the landscape to change positively, improving the quality of these areas, mobility and leisure in the community. This work identifies and maps the main streams and water courses in the Manaus's watersheds and proposes alternatives for the naturalization of the streams' areas, aiming to

guarantee the return of the water courses in their fullness. It uses georeferenced hydrological maps of the Manaus's watersheds, research by public agencies and a bibliographic review by local scientists, who investigate the recovery of riverbeds. Hence, it delimits the watersheds and proposes alternatives forthe renaturalization of watercourses. In this way, it aims to contribute to the discussion regarding environmental sustainability and contribute to raising awareness of the need to implement actions with socio-environmental responsibility.

KEYWORDS: Renaturalization of rivers and streams, Manaus's watersheds, Sustainability

1. INTRODUÇÃO

A cidade de Manaus possui bacias hidrográficas com inúmeros igarapés distribuídos por toda sua extensão. De acordo com Trata Brasil (2018) na cidade de Manaus, somente 10,18 % do esgoto écoletado e apenas 23,80 % é tratado. A maior parte do volume de esgoto é despejada diretamente nosigarapés, lagos e no Rio Negro.

O levantamento traça um panorama das 100 maiores cidades do Brasil. O indicador de coletade esgoto, que também avalia quanto da população tem acesso ao serviço, demonstrou as fragilidadesdo saneamento básico em Manaus.

Observa-se ainda que, Manaus apresenta várias drenagens naturais (igarapés) em sua área urbana, mas poucos planos de saneamento e preservação desses cursos d'água apesar da proximidadede duas calhas importantes como as do Rio Negro e Solimões.

Outras cidades, como o caso de Seul, na Coreia do Sul, que revitalizaram drenagens naturais antes aterradas e adensadas para o trânsito da cidade, refizeram seus planos urbanos e desaterraram os cursos d'água. Manaus ainda conta com bacias urbanas importantes, tais como: a do Educandos, São Raimundo, Aleixo, Tarumã, do Quarenta e Mindu, que estão morfologicamente preservadas, mas que precisam de um novo olhar quanto a qualidade dessas áreas e uma possível requalificação como elementos estruturadores do desenvolvimento da cidade com possibilidades para melhorar a mobilidade e os espaços de lazer das pessoas.

Este trabalho utiliza mapas hidrológicos georreferenciados das bacias de Manaus, pesquisas dos órgãos públicos e revisão bibliográfica de cientistas locais, que investigam a recuperação dos leitos de rios.

Como resultado, apresenta o mapeamento os principais igarapés e cursos de água das bacias hidrográficas de Manaus e propõe alternativas para renaturalização das áreas dos igarapés, de modo a garantir o retorno dos cursos de água em sua plenitude.

2. ALGUNS CONCEITOS

Travassos (2010), traduziu e adaptou os termos frequentemente utilizados nas ações de cunho ambiental em rios, os quais são a seguir apresentados:

vi) Restauração (ou Restauro) – É o restabelecimento da estrutura e da função

de ecossistemas. O processo objetiva voltar, tanto quanto possível, às características, antes observadas, da ocupação humana. O processo de restauro faz uma reestruturação geral da estrutura, da função e do comportamento, dinâmico, mas autossustentável, do ecossistema.

ii) Reabilitação – Recuperação parcial de processos e funções de um ecossistema, inclui medidas estruturais e “recuperação assistida”, que consiste na remoção de algum distúrbio para que o processonatural se recupere. Não se trata aqui de recuperar uma situação original, mas de estabelecer paisagensque sejam estáveis do ponto de vista hidrológico e geomorfológico.

iii) Preservação – Atividades que visam manter as funções e características de um ecossistema, protegendo-o de uma futura degradação.

iv) Mitigação – Compensação por algum dano ambiental, conjunto de medidas que tenham como objetivo minorá-lo. Essas medidas podem acontecer no próprio local da degradação, ou em outro. Podem envolver o restauro de um ecossistema para uma condição socialmente aceita, ainda que não original.

v) Naturalização – Objetiva estabelecer um sistema hidrológico e morfológico variado, sistemas que sejam dinâmicos e estáveis, capazes de servir de suporte a ecossistemas saudáveis e biodiversos, mas sem referência a um sistema preexistente.

vi) Criação – Formação de um sistema. Como exemplo, os alagados.

3. PRINCIPAIS INICIATIVAS NO BRASIL E NO MUNDO

Projeto Swith (2005) – iniciativa da União Européia para troca de experiências, informações e conhecimentos referentes à gestão das águas nas cidades, tem por objetivo a formação das aliançasde aprendizagem (learning aliances). Com sede na cidade de Delft, Holanda, local que também sediaa UNESCO-IHE Institute for Water Education, instituto fundado em 2003 para realizar pesquisas, ensino e atividades nas áreas de água, meio ambiente e infraestrutura. O instituto está localizado em Delft, na Holanda, e foi fundado pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura). O projeto Swith é formado por uma rede de 15 países e 32 instituições, sendo coordenado pelo UNESCO-IHE.

O Brasil, representado pela Universidade Federal de Minas Gerais e pelo Município de Belo Horizonte, tem participação no projeto Switch, devido ao

envolvimento e participação efetiva destas duas instituições no projeto intitulado Plano Diretor de Drenagem Urbana de Belo Horizonte, que tinha como principal princípio norteador a valorização das águas urbanas no sentido da não exclusão destas e, sim, da sua inclusão na paisagem da cidade. Dessa forma, o programa Drenurbs, iniciado em 2001, que tinha por objetivo promover a recuperação ambiental do município de Belo Horizonte, colaborou de forma efetiva para a participação brasileira no projeto Switch (CHAMPS, 2010, apud MACHADO, 2010).

A Agenda 21 foi um dos principais resultados da conferência Eco-92 ou Rio-92, ocorrida no Rio de Janeiro, Brasil, em 1992. É um documento que estabeleceu a importância de cada país a se comprometer a refletir, global e localmente, sobre a forma pela qual governos, empresas, organizações não-governamentais e todos os setores da sociedade poderiam cooperar no estudo de soluções para os problemas socioambientais. Agenda 21 é um plano de ação para ser adotado global,nacional e localmente, por organizações do sistema das Nações Unidas, governos e pela sociedade civil, em todas as áreas em que a ação humana impacta o meio ambiente.

Programa Pró-Água Semiárido – originado por meio de um acordo entre o Governo Federal e o Banco Mundial, tendo entre os seus objetivos maiores disponibilizar água de boa qualidade para o Semiárido brasileiro, possibilitando o desenvolvimento sustentável da região.

4. EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS EM RENATURALIZAÇÃO DE RIOS

Os quadros de 1 a 7, abaixo, consolidam informações de experiências internacionais em renaturalização de rios, referem-se a Coreia do Sul; a Alemanha; a Inglaterra; ao bloco: Suíça, França,Alemanha, Holanda, Bélgica e Luxemburgo; ao bloco União Européia; a Franca e ao Chile, respectivamente.

Quadro 1: Renaturalização do rio Cheonggyecheon.

PAÍS: Coreia do Sul RIO/CÓRREGO/CURSO D'ÁGUA: Cheonggyecheon		
SITUAÇÃO		PRINCIPAIS CONSEQUÊNCIA
ANTES:	DEPOIS:	
Canalizado sob vias de veículos.	Elemento estruturador de áreas prioritárias para pedestres. Seul retirou as vias; restaurou o córrego e devolveu à populaçãoum corredor verde em suas margens situadas entre três e cincometros abaixo do nível da rua.	30 % de melhoria da qualidade do ar; redução do nível de ruído; redução do efeito ilha de calor e criação de um corredor de vento; A biodiversidade também deu um salto, agora existem no local 14 espécies depeixes, 18 espécies de pássaros, 41 espécies de insetos. Além disso, o local ganhou: vitalidade econômica; preferência para pedestres; harmonia entre o desenvolvimento e a preservação; mudanças do paradigma da gestão urbana, e; restauração histórica e ecológica.

Fonte: elaborado pelas autoras conf. LEE k.,2006.

Na figura 1 podemos verificar um exemplo de renaturalização do rio Cheongynencheon nos pais asiáticos da Coreia do Sul.

Figura 1: Rio Cheonggyencheon, foto comparativa das três fases do projeto: antes, durante e depois.

Renaturalização do Rio Cheongyencheon

Fonte: Foto Namsung, publicada em www.viveraviagem.com,br, fev/201.

Quadro 2: Renaturalização do rio Emscher.

PAÍS: Alemanha RIO/ CÓRREGO/ CURSO D'ÁGUA: Emscher		
SITUAÇÃO		PRINCIPAIS CONSEQUÊNCIA
ANTES:	DEPOIS:	
Sofreu um processo de industrialização, a partir de meados do séc. XIX (+100anos): exploração de carvão mineral na região sul do rio; introdução da máquina a vapor. Sofreu o processo dedesindustrialização, o ambiente resultante estava extremamente degradado em seus vários aspectos,com impactos negativos sobre a qualidade de vida: rios poluídos; solo contaminado com metais pesados e nível elevado de emissões tóxicas industriais.	Seg. Alve(2006), o rebaixamento do solo (com até 30 metros de profundidade em alguns pontos), porconseqüência da extração mineral, impossibilitava a instalação de tubulações subterrâneas. Por este motivo os cursos d`água foram colocados em calhas de concreto. Além disto, foi preciso construir taludes nas margens do rio para que a água não transbordasse nas áreas afundadas. Para vencer estes desníveis, foinecessária também a introduçãode equipamentos para obombeamento contínuo das águas (atualmente 100 bombas).	A forma adotada aborda uma problemática generalizada, situações mais amplas e com simultaneidade, resultando em: renovação da estrutura econômica, recuperação da paisagem e de seuselementos, tendo os cursos d'águacomo o eixo da paisagem. implantação de distritos industriais, agora para indústrias com tecnologias limpas, em antigas áreasde mineração. urbanização e construção demoradias inovativas, com atuação também no campo social. A renaturalização do rio Emscher é considerada um dos maiores projetos de infraestrutura da Europa.
O projeto para o rio e córregos agrega diversas ações, que vão desde a melhoria da qualidade da água até um novo desenho de seu leito e margens. Visa recompor sua dinâmica e reinseri-los como elementos visíveis na paisagem urbana.		

Fonte: elaborado pelas autoras, conf. IBA - EM SCHERGENOSSENSCHAFT-1990, apud PIMENTEL, 2006.

ANTES

Figura 3: Vista aérea de parte da região do Ruhr. Como elemento central, um córrego canalizado nas formas tradicionaispara o carreamento dos esgotos. Fonte: IBA-Internationale Bauausstellung Emscher-Park, apud Alves (2008).

Fonte: Os Autores.

DEPOIS

Figura 4: Parks and Gardens in the Ruhr area, Germany.

Fonte: publicado em https://regiopia.com/europe/germany/ruhr-area/ruhr-gardens.html

Figura 5: A revitalização ambiental do Emscher Park – Alemanha.

Fonte: publicado em http://ensaiosfragmentados.blogspot.com/2012/02/revitalizacao-ambiental-do-emscher-park.html

Quadro 3: Revitalização do rio Tâmisa.

<table>
<tr><td colspan="3">PAÍS: Inglaterra
RIO/ CÓRREGO/ CURSO D'ÁGUA: Tâmisa (Thames)</td></tr>
<tr><td colspan="2">SITUAÇÃO</td><td rowspan="2">PRINCIPAIS CONSEQUÊNCIA</td></tr>
<tr><td>ANTES:</td><td>DEPOIS:</td></tr>
<tr><td rowspan="3">1878 – seiscentos náufragos morrem por intoxicação da água poluída enquanto tentavam chegar à margem. Mau cheiro, epidemias de cólera, entre outros evidenciaram a necessidade de se implantar um sistema de recuperação do rio. Foram realizadas sucessivas tentativas de recuperação Suas águas deixaram de ser consideradas potáveis deste 1610.</td><td rowspan="2">Na década de 70, os primeiros indícios de recuperação: o reaparecimento do salmão;
A partir daí o rio se beneficiou de sucessivos programas de saneamento;
A implementação de uma legislação ambiental rígida exigiu que as fábricas deixassem de lançar os dejetos diretamente nas águas do rio.
O conjunto integrado de ações devolveu a vida ao Rio Tâmisa, recuperando espécies e a qualidade da água.
Embora ainda haja problemas com a vazão de esgoto e poluentes, o rio é um exemplo extremamente importante no âmbito da revitalização dos rios.)</td><td>O túnel, chamado Tideway, visa expandir a capacidade de tratamento das águas do rio. Ele terá capacidade de armazenamento de 1,5 milhões de m3 de esgoto. O projeto está previsto para ser concluído até 2023. O custo da obra está orçado em US$ 6,2 bilhões.
No entanto, existem inúmeras críticas em relação à execução do projeto, devido aos custos recaírem sobre as tarifas dos consumidores.</td></tr>
<tr><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Ainda em desenvolvimento, um projeto que visa a construção de um túnel com trinta quilômetros de comprimento, ao lado do rio, visando a coleta do esgoto e também das águas pluviais.</td></tr>
<tr><td colspan="3">O rio Tâmisa está situado ao Sul da Inglaterra com extensão de 294km e uma área de drenagem de, aproximadamente, 130.000km², o que corresponde a 10 % da área da Inglaterra e do País de Gales. A população da bacia do Tâmisa é de 30 milhões de pessoas, o que corresponde a 23 % da população da Inglaterra e do País de Gales. Esse rio é utilizado, principalmente, para o transporte de cargas e de pessoas, sendo que mais de sete milhões de habitantes se servem dos serviços desse ecossistema. Passa por várias grandes cidades como Londres e Oxford.</td></tr>
</table>

Fonte: elaborado pelas autoras, conf. Hill (2010) apud García e Afonso (2013).

Quadro 4: Renaturalização do rio Reno.

<table>
<tr><td colspan="3">PAÍS: Suíça, França, Alemanha, Holanda, Bélgica e Luxemburgo RIO/ CÓRREGO/ CURSO D'ÁGUA: Reno</td></tr>
<tr><td colspan="2">SITUAÇÃO</td><td rowspan="2">PRINCIPAIS CONSEQUÊNCIA</td></tr>
<tr><td>ANTES:</td><td>DEPOIS:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Até meados da década de 50, o rioReno era conhecido como "rio de ouro", devido à sua boa qualidadede água e consequente abundânciade peixes.
No século XX, o rio Reno sofreu vários impactos ambientais decorrentes do crescimento econômico e populacional, com níveis de poluição elevados na década de 1970, além de trechos artificializados por canais para atender a navegação acarretando degradação e a redução de habitats e biodiversidade da bacia do Reno.</td><td>1987 – Na Conferência de Strasburgo na França, comissão europeia, constituída por ministros, definiram um plano deação para recuperar o Reno.
O plano definiu metas importantes, para: o combate dapoluição, a melhoria da qualidade de água potável e a prevenção de acidentes.
1987 – nova Conferência Internacional, incluiu a recuperação ecológica no programa de ações</td><td>1995 - A redução da poluição em 50 %a 70 % das emissões mais fortes;
2000 - O retorno do salmão ao rio; 2007 - O Reno é considerado oficialmente um rio limpo, com 95 %de todo o esgoto que recebe sendotratado.
Além disso, suas águas acolhem, hoje, 63 espécies de peixes, praticamente tudo o que vivia lá antes da poluição.</td></tr>
<tr><td colspan="2">As operações custaram aproximadamente US$ 15 bilhões, obtidos através de iniciativas políticas e privadas</td></tr>
<tr><td colspan="3">(mundialmente conhecido por ser o terceiro maior rio europeu e primeiro em importância econômica, em função do transporte e produção de energia hidroelétrica.</td></tr>
</table>

O rio Reno conta com 1.320km de extensão, dos quais 825km são navegáveis. Sua bacia hidrográfica faz parte de nove países, provendo o abastecimento de água potável para 30 milhões de pessoas).

Fonte: elaborado pelas autoras, conf. WEINGERTNER, 2010, apud Garcias e Afonso, 2013.

Quadro 5: Renaturalização do rio Danubio.

<table>
<tr><td colspan="3">PAÍS: União Européia</td></tr>
<tr><td colspan="3">RIO/ CÓRREGO/ CURSO D’ÁGUA: Danúbio</td></tr>
<tr><td colspan="2">SITUAÇÃO</td><td rowspan="2">PRINCIPAIS CONSEQUÊNCIA</td></tr>
<tr><td>ANTES:</td><td>DEPOIS:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Durante a 2ª Guerra Mundial - preocupação principal era com a navegação
O incremento do número de indústria e de atividades ligadas à agricultura resultaram no aumento da quantidadede resíduos gerados e lançados no corpo d’água.
Dessa foram, a poluição do rio e a qualidade da água, passa a ser a principal preocupação</td><td>1985 até 1994 – período De negociação,tinha como objetivo promover de maneira integrada diretrizes paraproteção da qualidade da água e encorajar a comunicação entre as agências de bacias, ONGs e sociedade civil organizada.</td><td>1994 – É assinada a Convenção para a Proteção do Rio Danúbio. A cooperação celebrada juntamente com a Convenção continua sendosatisfatória e bem gerenciada.</td></tr>
<tr><td colspan="2">A participação pública foi incluída no início do processo de tomada dedecisão tendo sido fator facilitador da cooperação e da prevenção de conflitos durante a gestão das águas internacionais naquela bacia
Os usos múltiplos da bacia hidrográfica do rio Danúbio são representados por: abastecimento de água potável, agricultura, pesca, criação de animais, atividades industriais nas áreas de química, mineração, papel e celulose, geração de energia hidrelétrica e transporte, sendo este último menos impactante devido a um planejamento de turismo sustentável.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Rio Danúbio - nasce na Floresta Negra, Alemanha. É o segundo maior rio da Europa com 2.850km de comprimento, sendo o principal afluente do Mar Negro - sua bacia hidrográfica internacional abrange 19 paísesda Europa).</td></tr>
</table>

Fonte: elaborado pelas autoras, conf. Wolf e Newton, 2007 – apud CIBIM, 2010 Quadro

Quadro 6: Renaturalização do rio Sena.

<table>
<tr><td colspan="3">PAÍS: França</td></tr>
<tr><td colspan="3">RIO/ CÓRREGO/ CURSO D’ÁGUA: Sena</td></tr>
<tr><td colspan="2">SITUAÇÃO</td><td rowspan="2">PRINCIPAIS CONSEQUÊNCIA</td></tr>
<tr><td>ANTES:</td><td>DEPOIS:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">80 % da população concentradaem Paris;
30 % atividades industriais (cercade cinco mil fábricas) dos maisvariados setores, tais como papele celulose, refino de petróleo,agroindústrias e indústrias químicas, estão localizadas aolongo dos seus rios tributários. 1950 – contava apenas com 11 estações de tratamento de esgoto</td><td>Revitalização – princípio norteador: considerar não apenasos aspectos referentes à qualidade da água. Mas, também, à qualidade dos habitatsda bacia;
Já foram implantadas várias medidas de carácter técnico e ambiental. Mas, o programa ainda prever outras medidas a serem implantadas, como a revitalização no tratamento de esgotos.
1997-2007 – investimentos no valor de 2,1 bilhões de euros</td><td>2008 – Em funcionamento, 2000 estações de tratamento de esgoto;
Para os próximos 6anos - previsão de investimento na ordem de 1,5 bilhões deeuros;
Redução dos índices de cádmo, encontrados nos canos das estações de tratamento;
Em desenvolvimento: projetos que visam coletar e tratar as substâncias tóxicas que podem ser drenadas para a bacia por meio das chuvas.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Workshop – para discutir propostas de redução do consumo de água e destinação adequada dos efluentes da atividade industrial;</td></tr>
</table>

Segundo Casterot (2010), a bacia hidrográfica do rio Sena abrange aproximadamente 20 % do território francês,com uma área de 100.000km², recebendo a influência de oito mil cidades e de uma população que totaliza 7,6 milhões de habitantes. Outra informação importante é que, entre as várias pressões exercidas sobre a bacia do Sena, cerca de 20 % da produção agrícola da França é oriunda das suas áreas de drenagem.

Fonte: elaborado pelas autoras, conf. Casterot (2010) apud Garcias e Afonso, 2013

Quadro 7: Renaturalização do rio Mapocho.

PAÍS: Chile		
RIO/ CÓRREGO/ CURSO D'ÁGUA: Mapocho		
SITUAÇÃO		PRINCIPAIS CONSEQUÊNCIA
ANTES:	DEPOIS:	
Degradação decorrente de poluição orgânica por falta de rede de esgoto, o lançamento de chorume devido à disposição final inadequada deresíduos sólidos, a ausência de conservação do seu leito e a fragmentação dos espaços urbanos. Entre as consequências da degradação, citam-se as alterações na biota e a falta de espaços e de água de boa qualidade, para proporcionar arecreação e o contato direto da população com o rio.	1960 – proposto no plano diretor de Santiago a formação de um corredor ecológico para integrar e harmonizaro rio com a paisagem da cidade. A proposta não foi efetivada, na época. Mas, a recuperação do Mapocho vem sendo resgatada nos vários planos subsequentes Em 2007 começou o projeto chamado "Mapocho Urbano Limpio" que descontaminou a área urbana do rio.	Durante dois anos foram fechadas 21 descargas de águas residuais, Um coletor de 28,5 km de comprimento recebe os resíduos e permite o tratamento completo de águas residuais na Região Metropolitana. Em outras palavras: deixaram de ser lançados no rio Mapocho mais de 4.500 litros por segundo de águas residuais, oequivalente a 185 piscinas olímpicas de resíduos diariamente. Agora estes são redirecionados, canalizados, tratados e depois descarregados novamente ao rio de forma limpa.
Localiza-se na região metropolitana de Santiago, com nascentes na cidade de Barnechea, passando por várias comunidades, incluindo as cidades de Providência, Maipu e Santiago. Sua extensão é de, aproximadamente, 110km, sendo que a área de drenagem da sua bacia hidrográfica é 4230km².		

Fonte: elaborado pelas autoras, conf. Reid (2009) apud Garcias e Afonso, 2013.

5. EXPERIÊNCIAS NACIONAIS EM RENATURALIZAÇÃO DE RIOS

Os quadros de 8 a 9, abaixo, consolidam informações de experiências nacionais em renaturalização de rios, referem-se ao rio Tietê e ao rio São Francisco, respectivamente.

Quadro 8: Renaturalização do rio Tietê.

PAÍS: Brasil		
RIO/ CÓRREGO/ CURSO D'ÁGUA: Tietê		
SITUAÇÃO		PRINCIPAIS CONSEQUÊNCIA
ANTES:	DEPOIS:	
1924 – Já era discutida a crescente poluição do rio; As vias marginais, consolidadas sobre as várzeas, descaracterizam as paisagens naturais; 1930 – Plano de avenidas – os fundos de vale foram vistos como solução para a ampliação do sistema viário urbano, trazendo novas complicações para as questões de drenagem do território; Vários planos para resolver os problemas da drenagem no município se sucederam. A evolução da ocupação urbana exigiu a sucessiva revisão das vazões de projeto; A mesma defasagem entre capacidades e demandas hidrológicas também é verificada em diversos rios e córregos que sofreram intervenções na Região Metropolitana de São Paulo.	1998 – O Plano Diretor de Macrodrenagem da bacia do Alto Tietê, visa diagnosticar os problemas existentes ou previstos no horizonte do projeto (2020) e determinar, do ponto de vistatécnico - econômico e ambiental, as soluções mais interessantes. O Projeto Tietê, executado peloDepartamento de Águas e EnergiaElétrica (DAEE), é uma das maiores obras de drenagem urbana do Brasil e faz parte do Programa de Combate às Inundações da Região da Grande São Paulo. O Projeto é uma parceria do Governo de São Paulo com o Japan Bank for International Cooperation (JBIC) que financia 75 **%** das obras.	Mesmo com todas as modificações no uso e ocupação do solo e os novosplanos diretores, o uso do fundo de vale com sistema viário continua sendo implantado no Município de São Paulo; Observa-se que, quando ocorrem falhas de projeto ou estes são superados pelas modificações das características da bacia hidrográfica, as soluções adotadas consistem na revisão dos cálculos e readequação do sistema, sem a análise ou consideração de outras soluções. Observa-se que a apresentação de projetos de renaturalização que não preveem espaços para a recuperação da vegetação e do traçado meândrico do rio ao longo de suas margens é tão inadequada quanto os projetos de canalização de um curso d'água.

Principal corpo hídrico do Estado de São Paulo, no trecho em que atravessa a capital, distando apenas 150 km de sua nascente em Salesópolis.

Fonte: elaborado pelas autoras, conf. Brocaneli-Stuermer (2008).

Quadro 9: Revitalização do rio São Francisco.

<table>
<tr><td colspan="3">PAÍS: Brasil</td></tr>
<tr><td colspan="3">RIO/ CÓRREGO/ CURSO D'ÁGUA: São Francisco</td></tr>
<tr><td colspan="2">SITUAÇÃO</td><td rowspan="2">PRINCIPAIS CONSEQUÊNCIA</td></tr>
<tr><td>ANTES:</td><td>DEPOIS:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">O rio São Francisco apresenta uma extensão de 2.863km, sendo que várias atividades como transporte e irrigação são desenvolvidas ao longo do seu trecho que atravessa áreas rurais e urbanas, justificando, assim, a sua denominação de Rio da Integração Nacional</td><td>O Programa de Revitalização do São Francisco foi formatado para atender as seguintes demandas: esgotamento sanitário, controle dos processos erosivos, resíduos sólidos e pequenas obras.
Para atender tais demandas, o projeto reuniu em torno de 300 propostas que incluíram, também, ações de controle de poluição, recuperação de mata ciliar e práticas de educação ambiental</td><td>O esgotamento sanitário atendeu, inicialmente, todas as 101 cidades localizadas na calha do rio São Francisco, incluindo não só as redes de coleta e estações de tratamento, mas também as ligações das residências às redes coletoras, minimizando, desta forma, problemas sociais e passivos ambientais.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Com a finalidade de combater os processos erosivos mais acentuados ocasionados pelas enchentes ao longo das margens da hidrovia, foram realizadas obras de recomposição das margens.
Para evitar que a erosão e o avanço do rio comprometam a estabilidade física de algumas regiões, elaboraram-se projetos que visam à orientação e distribuição espacial das casas de alguns povoados, como, por exemplo, o projeto de recuperação e urbanização da Vila do Louro, no estado da Bahia</td></tr>
<tr><td colspan="3">A Bacia Hidrográfica do rio São Francisco apresenta dimensões especiais em termos de abrangência. Com uma área de drenagem de 640 mil km² que envolve 13 milhões de habitantes e sete unidades da federação – Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Goiás e alguns segmentos do Distrito Federal – a sua revitalização constitui um dos maiores desafios para a gestão de recursos hídricos no Brasil.</td></tr>
</table>

Fonte: elaborado pelas autoras, conf. Garcias-Afonso, 2013.

6. BACIAS HIDROGÁFICAS DE MANAUS/AM

De acordo com Cprm (2010), possui 10 bacias hidrográficas assim distribuídas: Boa Vista 1,2 e 3; Aleixo 1 e 2; Igarapé do Gigante; Igarapé do Mindu; Igarapé do Quarenta; Igarapé do Tarumã- Açu e Igarapé do Mindu. As bacias hidrográficas de Manaus possuem inúmeros igarapés que passam por vários bairros das diferentes zonas da cidade, os quais são mostrados na Figura 6, abaixo:

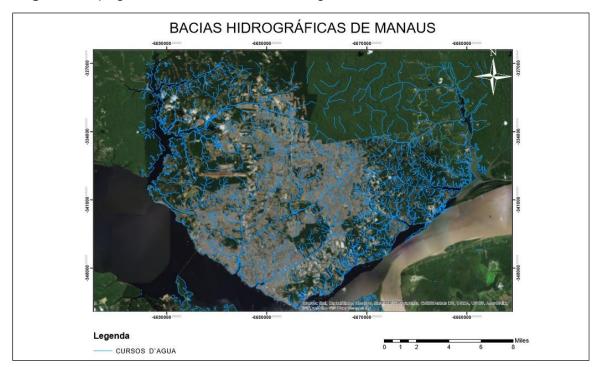



Figura 2: Mapa georeferenciado das Bacias Hidrográficas de Manaus.

Fonte: Implurb/PMM (2020).

A figura 7, abaixo, mostra o intenso arruamento nas áreas abrangidas pelas bacias hidrográficas de Manaus.

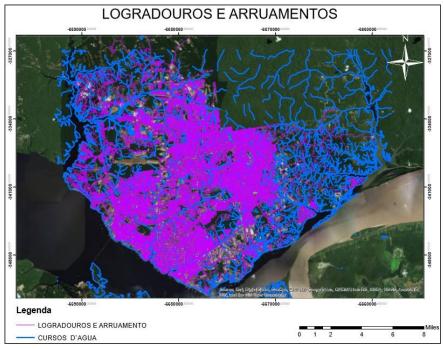



Figura 3: Logradouros e Arruamentos de Manaus.

Fonte Implurb/PMM, 2020.

Apesar do intenso arruamento, chama a atenção a reduzida rede de drenagem, mostrada na Figura 8, abaixo. Mesmo considerando apenas os loteamentos aprovados pela prefeitura para uso dosolo. A figura 9, abaixo, mostra os loteamentos cadastrados pela Prefeitura de Manaus/AM.

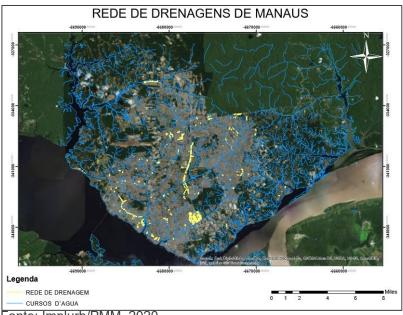



Figura 4: Rede de Drenagem de Manaus.

Fonte: Implurb/PMM, 2020.

Figura 5: Loteamentos aprovados para o uso do solo.

Fonte: Implurb/PMM, 2020.

Manaus, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) atingiu, em 2019, amarca de 2.182.763 habitantes, tornando-se a 7ª cidade mais populosa do país. No entanto, de acordocom o Instituto Trata Brasil (2019), somente 12,32 % do esgoto é coletado e apenas 47,57 % de esgoto tratado por água consumida. A maior parte do volume de esgoto é despejada diretamente nos igarapés, lagos e no Rio Negro, com consequências incomensuráveis para a saúde da população e a sustentabilidade das bacias.

 Figura 6: Iniciativa manauara, do prof. Almir BarrosCarlos para preservação ambiental. Fonte: Jornal A Crítica, Manaus/AM	 Figura 7: Ausência de saneamento básico. Fonte: Imagens google
 Fonte:http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2014/0 7/sem-coleta-seletiva-lixo-retirado-dos-igarapes-de- manaus-vai-para-aterro.html	 Fonte: Plafitas – Igarapé do 40 Fonte: https://amazônica.com.br

Agravando ainda mais esse quadro, Manaus, embora incrustada na maior floresta tropical do mundo, tem apenas 25,1 % de arborização urbana de seus espaços públicos, ficando, segundo o IBGE (2010), na antepenúltima colocação dentre as capitais brasileiras.

7. PROPOSTA DE RENATURALIZAÇÃO DE CURSOS D'ÁGUA EM MANAUS/ PROPOSTA DE RENATURALIZAÇÃO DE IGARAPÉS DA AV. BRASIL

A Avenida Brasil é uma importante avenida da cidade de Manaus, que vai da Estrada da Ponta Negra, na região do bairro Lírio do Vale, passando por todo o bairro da Compensa e, pelos bairros de Santo Antônio, Vila da Prata, Presidente Vargas e São Geraldo em ligação dos bairros da Zona Oeste.

É famosa por ser uma das maiores e mais movimentadas vias da cidade. É a maior via de ligação dos bairros da Zona Oeste ao Centro da cidade. Neste sentido, a avenida Brasil guarda semelhança com a Av. de Seul, por onde passava canalizado o rio Cheonggyencheon.

Figura 8: Av Brasil, Manaus/AM.

Av Brasil, Manaus/AM

Fonte: Google Maps

Embora imponente, é impactante a visão do igarapé canalizado, ao longo da avenida, a poucavegetação e ausência de áreas adequadas, para a mobilidade ou lazer do pedestre, perdendo-se um espaço raro, nas grandes cidades, para a renaturalização dos igarapés que para ali convergem e a oportunidade de implementar melhorias de mobilidade e lazer para a sociedade, além de oportunidades para a economia e turismo.

As exitosas experiências internacionais, como a da Coréia do Sul, por exemplo, apontam os inúmeros benefícios decorrentes da renaturalização dos cursos d'água, para o meio-ambiente e toda sociedade envolvida. Na figura 9 apresenta os exemplos em Seul, Coréia do Sul: Resultado da Renaturalização do rio Cheonggyencheon.

Figura 8: Detalhe da Av. Coreana após a renaturalização do rio cheonggyecheon.

Fonte: Imagem publicada em https://projetobatente.com.br/projeto-de-restauracao

Espera-se com o desenvolvimento dessa proposta, consequências semelhantes as obtidas na Coreia do Sul: melhoria na qualidade do ar; redução do nível de ruído; redução do efeito de ilha de calor e criação de um corredor de vento.

Espera-se também a retorno da biodiversidade. Além de vitalidade econômica, preferência e mobilidade para o pedestre, harmonia entre o desenvolvimento e a preservação ambiental; mudanças no paradigma da gestão urbana e restauração histórica e ecológica.

8. PROPOSTA DE RENATURALIZAÇÃO DE IGARAPÉS DO QUARENTA

O bairro do Educandos, na Zona Sul de Manaus, um dos mais antigos e de maior concentração urbana, com zonas comerciais e industriais no centro da cidade. A bacia do Educandos, tem como mais importante afluente, o igarapé do Quarenta que deságua no rio Negro, o qual banha a cidade de Manaus. O Igarapé do Quarenta é, amplamente, estudado pela sua extensão (38 km), largura média (6m) e profundidade média (50 cm); por possui várias nascentes; mas, principalmente, pela sua degradação socioambiental, contaminação química e acúmulo de resíduos sólidos.

A ocupação desordenada naquele bairro, se mostrou um cenário propício para ocorrências de grandes cheias com histórico de repetições, causando significativos prejuízos ambientais e sociais, como, alagamentos e perdas de materiais, como exemplo o desabamento de casas. Além de incêndios de grandes

proporções.

Dada a problemática generalizada e as complexas questões envolvidas, consideramos que a experiência alemã com a renaturalização do rio Emscher, é um excelente modelo, pois mostrou que é possível abordar uma problemática generalizada, em situações mais amplas e com simultaneidade.

Figura 10: Vistas do bairro Educandos, Manaus/AM.

Foz do Igarapé do Quarenta, Manaus/AM

Fonte: Google Maps.

Dessa forma, propõe-se que, preserve-se o pouco que ainda resta do ecossistema da bacia do Quarenta promovendo-se: a renaturalização de suas nascentes, a recuperação sistemática e gradativados trechos já canalizados e a renaturalização de sua foz no bairro Educandos, onde o ecossistema, com muitas espécies de animais silvestres, ainda tenta resistir. A partir de algumas ações preliminares como: o levantamento da área e identificação dos problemas e potencialidades, cadastro das famíliasque ainda vivem em palafitas e mapeando a situação de acesso ao saneamento básico; regularização fundiária que garanta cidadania e justiça social e identificação das áreas passíveis de relocação. A partir daí traça as diretrizes da proposta: i) A urbanização e construção de moradias inovativas, sustentáveis (uma releitura das palafitas e desafio para a engenharia), respeitando a lógica da organização social da comunidade, ao mesmo tempo em que se restaura o percurso meândrico dos igarapés; ii) Regularização fundiária sem grandes deslocamentos; iii) Implantação de saneamento básico com soluções tecnológicas inovadoras para as áreas sujeitas as inundações; iv) Envolvimento dos moradores e beneficiários em processos de qualificação da mão-de-obra local para ações continuadas, manutenção e fiscalização voltada para as questões socioambiental; v) Relocação de empreendimentos/indústrias (recicladores de

materiais, serralheiros, moveleiros, etc), organizados em cooperativas e associações com capacitação e incentivo para agregação de valores a seus produtos;
vi) Despoluição e renaturalização da bacia do igarapé do Quarenta/Educandos; vii) Recuperação e recriação do sítio histórico das palafitas, da cidade flutuante e da paisagem tendo os cursos d'água com estruturadores do desenvolvimento urbano; viii) Inclusão no planejamento urbano de rigorosa política de educação ambiental; ix) Promoção do turismo ao sítio histórico recriado e à bacia hidrológica renaturalizada e x) Estender, gradativa, a renaturalização da bacia do igarapé do Quarenta/Educandos, até chegar a suas nascentes.

Espera-se com o desenvolvimento dessa proposta, consequências semelhantes as obtidas em Emscher, na Alemanha: renovação da estrutura econômica, recuperação da paisagem e de seus elementos, tendo os cursos d'água como o eixo da paisagem. Recriação de sítio histórico. Mas, também urbanização e construção de moradias inovativas, com atuação também no campo social com dignidade e respeito aos ocupantes pioneiros dessa localidade. A restauração e requalificação das palafitas nas áreas sujeitas as enchentes e a recriação do sítio histórico das palafitas e da cidade flutuante, atenderia aos apelos de preservação e reparação ao patrimônio histórico cultural amazonense e também marcaria uma inflexão na gestão pública enquanto articulação inovadora comos atores envolvidos.

9. CONCLUSÃO

Esse trabalho evidencia que a bacia hidrográfica de Manaus sofre pelas duas principais formas de degradação de rios e redes de drenagens: a poluição e; a erosão com assoreamento do leito dos cursos d'água.

Das experiências internacionais e nacionais, entendemos que a renaturalização dos cursos d'água das bacias hidrográficas de Manaus é urgente, sob o risco de comprometer de forma trágica todo o ecossistema da região e por consequência do Brasil.

As peculiaridades de Manaus como o quantitativo de bacias hidrográficas que ainda têm preservadas suas nascentes, a baixa densidade populacional apesar de ser a sétima cidade mais populosa do, o fato de ser um dos maiores destinos turísticos do Brasil e, especialmente, estar localizada no centro da maior floresta tropical do mundo, deveria levar seus gestores a considerar a renaturalização de seus

cursos d’água, tornando-os elementos estruturadores da infraestrutura urbana.

A renaturalização dos cursos d’água de Manaus, além dos benefícios diretos, relacionados com a sustentabilidade da bacia hidrográfica, pela restauração da rede de drenagem e renaturalização dos igarapés. Tem também o potencial de ampliar a percepção da população manauara para as questões relacionadas a sustentabilidade e a consciência socioambiental. Além das possibilidades dedinamizar a economia e de atrair investimentos em turismo. E dessa forma, contribuindo para uma quebra de paradigmas na gestão pública.

A renaturalização dos cursos d’água são fundamentais para a preservação dos rios e demais reservas hídricas. Depende, necessariamente, de uma maior responsabilidade socioambiental, tanto por parte dos políticos, como por parte de toda sociedade envolvida.

REFERÊNCIAS

BINDER, Walter. Rios e Córregos: Preservar – Conservar – Renaturalizar. A Recuperação de Rios, Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental: SEMADS - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 41 p.: il. Planágua Vol.2. ISBN: 85-87206-04-4. (Cooperação Técnica Brasil-Alemanha, Projeto PLANÁGUA-SEMADS/GTZ): Rio de Janeiro,Março/2001.

BROCANELI, P. F. e STUERMER, M.M: Renaturalização de rios e córregos no município de São Paulo: Exacta, vol. 6, núm. 1, pp. 147-156: Universidade Nove de Julho: São Paulo, Brasil, 2008

CHAMPS, J. R. Projeto Switch, apud MACHADO, In: MACHADO, A.T.G.M: Revitalização de riosno mundo, p. 89-118: Instituto Guaicury: Belo Horizonte, 2010.

CIBIM, J. C: Bacias Hidrográficas Internacionais: Território, Governança e Perspectiva de Cooperação. Anais do V Encontro Nacional da Anppas: Florianópolis – SC/BR, out/2010

CPRM, SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Relatório parcial do projeto estudos hidrogeológicosdas Regiões Urbana e Periurbana de Manaus. TED 02/2017 ANA. Relatório técnico. 2018, 274p.

GARCIAS, C.M e AFONSO, J. A. C. Revitalização de Rios Urbanos. In Gesta – Revista Eletrônicade Gestão e Tecnologia Ambiental, v.1, n.1, p.131-144, 2013 – ISSN: 2317-563X

IBA - INTERNATIONAL BAUAUSSTELLUNG EMSCHER PARK GMBH/ EMSCHER GENOSSENSCHAFT: Von der Idylle zur Kloake zur Naturnähe – Flußgeschichte ist Zeitgeschichte. In: Informationen Themenheft nr. 6. Essen: 1994.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Cidades –Panorma. https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/manaus/panorama, jan/2020.

LEE, K: Cheong Gye Cheon Restoratios Project: a revolution in Seoul. In: ICLEIWORLD CONGRESS, 2006: SciELO International Conference, 26-28 set 2018.

OLIVEIRA, J. A.; ALECRIM, J. D.; GASNIER, T./ R. J.: Cidade de Manaus: visões interdisciplinares. Manaus: Editora da Universidade do Amazonas: EDUA, 2003.

PIMENTEL, Maristela A. A recuperação de rios degradados e sua reinserção na paisagem urbana: aexperiência do rio Emscher na Alemanha: Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo: Orientador Prof. Paulo Renato Mesquita Pellegrino: São Paulo, 2003.

SCHERER e MENDES Filho: Injustiça Ambiental em Manaus: ANPPAS - II Encontro, GT-17: SãoPaulo, mai/2004.

SILVA-SANCHEZ, S. JACOBI, P. R.: Políticas de Recuperação de Rios Urbanos na Cidade de SãoPaulo: Possibilidades de Desafios: Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (RBEUR), 2012: http://www.redalcy.org/articulo.oa?id = 513951686008ISSN1517-4115.

TRATA BRASIL, Instituto: Ranking do Saneamento:http://www.tratabrasil.org.br

TRAVASSOS, Luciana R. F. C: Revelando os rios: Novos paradigmas para a intervenção em

fundos de vale urbanos na Cidade de São Paulo: Orientadora Marta Dora Grostein: São Paulo, 2010.

CAPÍTULO 07

DISTRIBUIÇÃO DA CARNE DE BÚFALOS (*BUBALUS BUBALIS*) NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS - MA

Osman José de Aguiar Gerude Neto
Mestre em Ciência Animal pela Universidade Federal do Maranhão – UFMA
Instituição: Universidade CEUMA – UniCEUMA
Endereço: Rua Josué Montello, nº. 1, Renascença II, São Luís/MA, 65075-120
E-mail: osmangerude@hotmail.com

Paull Andrews Carvalho dos Santos
Mestre em Ciência Animal pela Universidade Federal do Maranhão – UFMA
Instituição: Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Estado do Maranhão – AGED
Endereço: Edifício Jorge Nicolau - Av. Castelo Branco, 13 - São Francisco, São Luís/MA, 65076-090
E-mail: paullcarvalho@hotmail.com

Jackson Rodrigues de Almeida
Graduado em Zootecnia pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
Instituição: Secretaria Municipal da Agricultura; Pesca e Abastecimento em Paço do Lumiar - MA
Endereço: Praça Nossa Senhora da Luz, Nº S/N - Sede De Paço Do Lumiar - Cep: 65.130-000
E-mail: jackzoo.tecnia@gmail.com

Francisco Carneiro Lima
Doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista – UNESP/Jaboticabal
Instituição: Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
Endereço: Av. Sarney Filho, s/n - Vila Embratel, São Luís/MA, 65081-400
E-mail: fcarneiro.vet11@yahoo.com.br

RESUMO: No estado do Maranhão, a criação da espécie bubalina iniciou-se pela Baixada Maranhense no início dos 60. Tendo um aumento expressivo entre as décadas de 80 e 90. Segundo estimativas do IBGE atualmente apresenta um efetivo de 80.672 cabeças, sendo o terceiro maior rebanho do país. Depois de diversos conflitos sobre a adaptação da espécie a região introduzida inicialmente, os produtos originários destes animais passaram a ser consumidos por uma demanda significativa da população em várias regiões do estado e principalmente na capital. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é analisar a distribuição no segmento final da cadeia produtiva da carne de bubalinos em São Luís – MA. Identificando nos mercados a presença da carne como produto diferenciado para o consumidor. Os dados foram obtidos em visitas aos estabelecimentos comerciais, aplicação de questionários, visitas aos abatedouros do município, e nos mapas de currais fornecidos pela Secretária Municipal de Agricultura; Pesca e Abastecimento - SEMAPA. Desta forma, mesmo a carne de búfalo se apresentando como um produto mais saudável em relação à carne de bovinos e sendo disponibilizada em grande quantidade todos os dias para o mercado consumidor do município de São Luís - MA, não é feito nem um tipo de identificação quanto este produto. E esta é vendida como carne bovina e consumida

normalmente pela população da cidade, que não tem informações e conhecimento sobre o produto, para diferenciá-la ou exigi-la enquanto alternativa alimentícia.

PALAVRAS-CHAVE: Bubalinos, Cadeia Produtiva, Mercado Consumidor

ABSTRACT: In the state of Maranhão, the creation of the buffalo species started in the Baixada Maranhense at the beginning of the 60s. Having a significant increase between the 80s and 90s. According to IBGE estimates, it currently has 80,672 head, being the third largest herd from the country. After several conflicts over the adaptation of the species to the region initially introduced, the products originating from these animals started to be consumed by a significant demand from the population in several regions of the state and mainly in the capital. Therefore, the objective of this work is to analyze the distribution in the final segment of the buffalo meat production chain in São Luís - MA. Identifying the presence of meat in the markets as a differentiated product for the consumer. The data were obtained in visits to commercial establishments, application of questionnaires, visits to slaughterhouses in the municipality, and in the corral maps provided by the Municipal Secretary of Agriculture; Fishing and Supply - SEMAPA. In this way, even buffalo meat presenting itself as a healthier product in relation to beef and being made available in large quantities every day to the consumer market in the city of São Luís - MA, not even one type of identification is made. as this product. And it is sold as beef and normally consumed by the population of the city, who does not have information and knowledge about the product, to differentiate or demand it as a food alternative.

KEYWORDS: Bubalinos, Productive Chain, Consumer Market.

1. INTRODUÇÃO

A Bubalino cultura encontra-se em constante expansão no Mundo. A espécie bubalina ocupa um relevante papel na produção de alimento nos países em desenvolvimento, localizados em sua maioria nas áreas tropicais. Considerando as raças para uso doméstico, a espécie é considerada de tripla aptidão, por estar adaptada a produção de leite, carne, trabalho, assumindo um relevante papel no desenvolvimento social e econômico em países como Índia, Paquistão, Filipinas, Vietnam, Malásia e Tailândia. (BORGHESE, 2005).

O Basil é um dos maiores centros de criação de bubalinos for a da Ásia, ou seja, concentra o maior rebanho de búfalo nas Américas, sendo o maior exportador para os países do MERCOSUL; do Caribe e Oriente Médio. O efetivo de bubalinos contabilizados no Brasil no ano de 2010 foi de 1,2 milhões de cabeças, registrando um aumento de 4,3 % em relação ao ano anterior. O maior efetivo concentrava-se nos estados do Pará (38,5 %) e Amapá (18,1 %). Os municípios com maiores rebanhos registrados foram: Chaves – PA com 84,6 mil cabeças; Cutias – AP com 53,6 mil e Almeirim – PA com 42,6 mil. (IBGE, 2012).

No estado do Maranhão, a criação da espécie bubalina iniciou-se pela Baixada Maranhense no início dos 60. Tendo um aumento expressivo entre as décadas de 80 e 90 (VASCONCELOS, 2012).

Segundo estimativas do IBGE atualmente apresenta um efetivo de 80.672 cabeças, sendo o terceiro maior rebanho do pais. A carne bubalina apresenta-se como fonte nutricional de qualidade por possuirna sua composição: 12 vezes menos gordura, 40 % menos colesterol, sendo 55 % menos calórica, tendo11 % a mais de proteínas e 10 % a mais em minerais em relação a carne bovina (EMBRAPA, 2000). Sendo esta tratada e comercializada, em boa parte do país, sem uma forma definida de identificação das suas características, principalmente de qualidade ou valor justo pelo produto. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo observar os aspectos de comportamento do segmento final da cadeia produtiva da carne de bubalinos no município de São Luís – MA, identificando nos mercados atacadistas e varejistas a presença da carne bubalina como produto alimentar diferenciado para os consumidores finais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A ilha de São Luís está localizada no estado do Maranhão estendendo-se por 834,8km^2 e tendo as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 2° 31' 51" Sul, Longitude: 44° 18' 24" Oeste. Possui cerca de 1.101,884 habitantes de acordo como censo de 2010 do Instituito Brasileiro de Geografia e Estatística - IGBE. (IBGE, 2012). O referente município, apresenta a maior renda percapita do estado, e se caracteriza como um dos maiores mercados consumidores de produtos de origem animal, principalmente no ramo alimentício. Isto posto, o mesmo recebe todos os dias varios animais da espécie *Bubalos Bubalis* para serem abatidos nos nas instalações sanitárias presentes na cidade, e trem a carne deste animas distribuídas para abastecer o mercado interno.

Desta forma, para averiguar os procedimentos dos abates de bubalinos, conforme as normas de conduta determinadas pela Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, foram realizadas visitas periódicas aos locais de abate (1, 2 e 3), ocasião em que foram registradas as condutas adotadas no *ante-mortem* (comportamento, higiene e deslocamento dos animais até a sala de abate) e no *post-mortem* (sangria, evisceração e identificação das carcaças considerando a espécie animal de origem).

Com o intuito de verificação de toda a cadeia produtiva de carne de búfalos no município, o estudo foi desenvolvido em três matadouros industriais sendo denominados de 1, 2 e 3, localizados na cidade entre os anos de 2010 e 2011. A primeira etapa da pesquisa constituiu-se na aplicação de questionários semi estruturados nos locais pré-estabelecidos envolvendo a dinâmica dos abates de bubalinos no munícipio de São Luís – MA.

No segundo momento da pesquisa averiguou-se a existência da oferta de carne nos mercados varejistas e atacadistas do município de São Luís – MA, para comprovar se o produto portava a devida identificação da espécie animal de origem. Para execução dessa meta, foram visitadas 8 lojas de supermercados, 5 lojas de franquias (“boutiques de carnes”), 3 feiras livres e 3 mercados municipais. Todos os estabelecimentos sediados em bairros das distintas classes sociais do município de São Luís – MA. De posse dessas informações, os dados obtidos foram compilados e os resultados expresso sem valores percentuais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período estabelecido para as observações do número de abates de bubalinos nos três frigoríficos do município de São Luís – MA (gráfico1), constatou-se que os animais eram provenientes de 47 localidades diferentes do estado. De um total de 7.529 animais abatidos durante os anos de 2010 e 2011, os 2 municípios que se destacaram como os principais centros de fornecimento para o comercio de produtos de bubalinos no estado do Maranhão, foram o município de Viana, seguido pelo município de Miranda do Norte, que ofertaram no período 1.053 e 762 cabeças de animais, respectivamente. Estes dados corroboram com os descritos por Vasconcelos (2012), que afirma que a maioria do efetivo de búfalos do Maranhão está no interior do estado, e em especial na região da baixada maranhense, devido ao clima e relevo dessa região serem propícios para a criação da espécie, pois se assemelham as regiões alagadas na China e da Índia de onde se originou os búfalos domésticos.

Do total de animais abatidos no período pesquisado (gráfico 1), 27,05 % foram oriundos do **frigorífico 1**, 15,06 % do **frigorífico 2** e 57,16 % do **frigorífico 3**, ou seja, cada um desses estabelecimentos levando em consideração um rendimento médio de carcaça de 50 % da espécie, jogaram nos mercados atacadistas e varejistas de São Luís cerca de: 1.025kg; 571,5kg e 2.188kg de carne de búfalo respectivamente. Ou seja, o produto é distribuído dentro de uma logística de cadeia mercadológica na cidade de São Luís – MA, pois os animais são abatidos e realizado os cortes comerciais para venda de carne em todos os tipos de estabelecimentos do ramo alimentício na cidade. Mas fica evidenciado (figura 1) que sempre é feita a identifação das carnes como sendo da espécie bovina, assim descaracterizando a oferta de carne bubalina no mercado, o que impossibilita a própria população de identificar o produto a ser consumido, o que acaba desagregando valor comercial à um produto potencialmente melhor para saúde do consumidor, que poderia ter destaque no mercado.

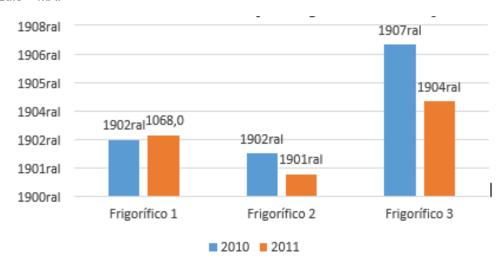



Gráfico 1: Contingente de animais abatidos em 2010 e 2011 pelos frigoríficos do município de São Luís – MA.

Fonte: Os Autores (2012).

Segundo Giordano (2010) a carne bubalina é muito semelhante a carne bovina, em vários aspectos como: aparência; suculência; sabor e maciez, sendo praticamente indistinguível, e por isso acaba sendo consumida normalmente pela população. Atesta ainda, que a mesma tem vários benefícios para a saúde como: pouca gordura; baixa quantidade calórica e ômega 3, o que ajuda na prevenção de doenças cardiovasculares. Ou seja, um produto que deveria ter um valor agregado por suas qualidades naturais, acaba sendo suprimido e rotulado de forma inadequada parao mercado consumidor do município de São Luís – MA, e como também para todo o país.

De acordo com Bernardes (2011), o rebanho bubalino no Brasil é subestimado em todos os aspectos, desde da contagem do efetivo, até dados de confinamentos desses animais. Essa marginalização do rebanho afeta diretamente a cadeia produtiva, pois está limita-se a transitar dentro da cadeia bovina, perdendo valor como produto e ficando desconhecido perante o consumidor final.

Figura 1: Etiquetas de identificação dos cortes cárneos quanto à espécie de bovídeo comercializada nos estabelecimentos atacadistas e varejistas do Município de São Luís – MA.

Fonte: Autores (2012).

Estimativas da EMBRAPA Amazônia Oriental e da Associação Brasileira de Criadores de Búfalos -ABCB indicam que o rebanho bubalino brasileiro ultrapassa 1 milhão de animais. Desta forma, considerando-se números modestos, um rebanho com uma taxa de desfrute de 15 % ao ano, e com peso ao abate médio de 350 kg, e rendimento de carcaça médio de 45 %, representaria mais de 70 mil toneladas de carne/ano disponibilizadas no mercado consumidor, e que infelizmente na sua maioria são comercializadas como carne bovina.

Estas informações relatadas pelos órgãos acima citados, também são realidade no mercado consumidor da ilha de São Luís – MA, onde existe uma cadeia de produção de carne bubalina na cidade, que fornece em média 1.778,83kg por mês para o mercado interno, sendo estes produtos identificados e repassados para o consumidor final como sendo de origem bovina (figura 1). Ou seja, os animais após o abate e formação das meias carcaças não recebem nenhum tipo de identificação por parte dos órgãos fiscalizadores; nem dos abatedouros e nem dos locais de comercialização das carnes para os consumidores finais da cadeia produtiva.

Segundo Jorge (1999) os bubalinos demonstram resultados bastante satisfatório quanto aos cortes de rendimento de carcaça, podendo até mesmo superar os bovinos, em determinados cortes, o que contribuí muito para desmitificar a espécie e esclarecer o setor produtivo quanto ao seu papel potencial de produção. A estimativa do rendimento da carcaça para cortes primários e comerciais, é de suma importância para complementar a avaliação do desempenho do animal durante o seu desenvolvimento. Por tanto, a estruturação e organização da cadeia produtiva desta

espécie dependede vários atores como: o produtor oferecendo uma carta de opções de produtos de origem bubalina para o mercado consumidor; o marketing para demonstrar as vantagens destes produtos em relação aos existentes no mercado; e a aceitação do consumidor final para agregar o valor merecido ao produto em questão.

4. CONCLUSÕES

Mesmo acarne de búfalo se apresentaando como um produto mais saudável em relação à carne de bovinos e sendo disponibilizada em grande quantitate todos os dias para o mercado consumidor do município de São Luís - MA, não é feito nem um tipo de identificação quanto este produto. E estaé vendida como carne bovina e consumida normalmente pela população da cidade, que não tem informações e conhecimento sobre o produto, para diferencia-lo ou exigi-lo enquanto alternativa alimentícia.

Para a mudança dessa realidade será necessário o investimento na formação e qualificação dos produtores de carne bubalina no estado do Maranhão, com a estruturação de associações e/ou cooperativas que trabalhem e introdução e aceitação no produto no mercado consumidor, assim podendo conquistar seu espaço e devida valoração perante suas qualidades comerciais e nutricionais.

AGRADECIMENTOS

A Secretária Municipal da Agricultura; Pesca e Abastecimento do município de São Luís – MA, pelo total apoio e fornecimento dos dados. E em especial ao Professor Francisco Carneiro Lima, pelas orientações e amizades de sempre.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Criadores de Búfalos – ABCB. Disponível em: http://www.bufalo.com.br/.Acesso em: 5 jan. 2012

BERNARDES, Otavio. Integração, associativismo e arranjos na cadeia produtiva da bubalinocultura: situação atual e perspectivas. **Simpósio da Cadeia Produtiva da Bubalinocultura**, v. 2, p. 1-13, 2011.

BORGHESE, Antonio; MAZZI, Marco. Buffalo population and strategies in the world. **Buffalo production and research**, v. 67, p. 1-39, 2005.

GIORDANO, Gabriele *et al*. Beneficial impact on cardiovascular risk profile of water buffalo meat consumption. **European journal of clinical nutrition**, v. 64, n. 9, p. 1000-1006, 2010.

IBGE, Diretoria de Pesquisas. Coordenação de Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal 2010. **Produção da Pecuária Municipal**, v. 38, 2012.

JORGE, André Mendes *et al*. Desempenho produtivo de animais de quatro raças zebuínas, abatidos em três estádios de maturidade: 2. Características da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 2, p. 381-387, 1999.

MARQUES, José Ribamar Felipe. **Búfalos**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. 1. ed. Brasília: José Batista Dantas Editoração Eletrônica, 1996. 176p.

VASCONCELOS, Antonio Tomaz Correia. **Búfalos no Maranhão**. 1. ed. São Luís: Amaury D`Ávila Editoração Eletrônica, 2012. 160p.

CAPÍTULO 08

MORINGA OLEIFERA LAM.: EXTRAÇAO DE COMPOSTOS, ANÁLISE BIOQUÍMICA, ANTIOXIDANTES E SUA IMPORTÂNCIA NO CONTROLE DE MANCHA FOLIAR EM PLANTAS DE CEVADA

Edinair Rodrigues de Assis
Iniciação Científica, Curso Biomedicina, Diretoria da Saúde, UNINOVE
Endereço: Av. Dr. Adolpho Pinto,109 - Barra Funda – SP CEP: 01156050
E-mail: assis.dina@gmail.com

Josefa Gomes do Nascimento
Iniciação Científica, Curso Biomedicina, Diretoria da Saúde, UNINOVE
Endereço: Av. Dr. Adolpho Pinto,109 - Barra Funda – SP CEP: 01156050
E-mail: josynascimento123@hotmail.com.br

Andreia Aparecida Oliveira Silva
Professora Curso de Biomedicina, Diretoria da Saúde, UNINOVE
Endereço: Av. Dr. Adolpho Pinto,109 - Barra Funda – SP CEP: 01156050
E-mail: aulasandreia@gmail.com

Vinicius Oliveira Cardoso
Professor Curso de Farmácia, Diretoria da Saúde, UNINOVE
Endereço: Av. Dr. Adolpho Pinto,109 - Barra Funda – SP CEP: 01156050
E-mail: vinicius.cardoso@uni9.pro.br

Edgar Matias Bach Hi
Professor UNILUS, Nucleo Academico Experimental Bioquimica (NABEX), Santos, SP
E-mail: Edgar.bach@gmail.com

Erna Elisabeth Bach
Professora Curso de Biomedicina, Diretoria da Saúde, UNINOVE
Endereço: Av. Dr. Adolpho Pinto,109 - Barra Funda – SP CEP: 01156050
E-mail: ernabach@gmail.com

RESUMO: A planta Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) chamada árvore da vida, nativa da Índia e cultivada nostrópicos de todo o mundo, incluindo o Brasil devido ao seu alto valor alimentício e medicinal. Caracteriza-se por ser uma planta de porte arbóreo, podendo alcançar até 10 m de altura, e as folhassão alternas, compostas e bipinadas de coloração verde pálida. A espécie é utilizada em diversos pratos e alguns pesquisadores tentam substituir o trigo pela farinha de folhas na produção de cookies, aumentando assim seu valor nutritivo. Foi observado que o extrato de folhas possui proteínas e fenóis. O objetivo do presente trabalho foi proceder extração aquosa das folhas, analisar os compostos químicos presentes como proteínas, fenóis, antioxidantes e, o efeito em planta de cevada infectada com o fungo *Bipolaris sorokiniana*. Para o preparo do extrato foram obtidas folhas frescasda planta moringa proveniente do Sitio Versanio localizado em Balbinos. Em 30mL de água geladafoi acrescentada 30gr de folhas, acrescida de 0,25 % de ácido ascórbico e triturado em turrax, armazenado em geladeira por 30 minutos e filtrado. Resultados indicaram que o extrato apresentoucerca de 84mg de proteína e 15mg de fenol em 1mL. Foi também avaliado o antioxidante demonstrando 45umol em equivalente de Trolox. Em

cromatógrafo líquido (HPLC) foi avaliado a quantidade de fenóis chegando a observar no extrato de moringa a presença de rutina, ácido clorogênico, ácido caféico e ácido para-coumárico. O fungo foi isolado de folhas do campo de cevada e cultivado em meio de batata-ágar-dextrose. Plantas de cevada da variedade Braun, foram desenvolvidas em estufa e separadas para tratamentos como: a) controle (água); b) tratadas com extrato e após 24horas inoculada com o fungo; c) idem ao grupo b com 48horas; d) idem ao grupo b com 72 horas; e) inoculadas com o fungo. Grupos de plantas (b, c, d, e) após inoculação com o fungo, foram mantidas em câmara úmida e escuro, por 24 horas, sendo depois transferidas para estufa. Após 8 dias foi avaliada a proteção e folhas foram retiradas e submetidas à extração com tampão fosfato pH=7 0,01mol/L, avaliando-se a quantidade de proteína. Resultados indicaram que plantas de cevada foram protegidas até 100 %, onde plantas com 72h apresentaram maior quantidade de proteína, e beta-glucanase comparando com plantas controles e infectadas. Isto veio indicar queo extrato aquoso de moringa contendo 4,22mg de proteína, apresentou reação de resistência. Em valores acima desta concentração como por exemplo 8,44mg de proteína do extrato de moringa, este apresentou efeito de controle biológico sobre o fungo. As plantas infectadas apresentaram lesões ou manchas foliares causadas pelo fungo com ação necrotrófica. Concluiu-se que o extrato de Moringa na concentração de 4,22mg de proteína, promoveu o controle da mancha foliar da cevada, sendo assim este extrato apresenta um valor biológico para o meio ambiente no intuito de substituir o uso dos fungicidas.

PALAVRAS-CHAVE: Moringa, cevada, Bipolaris, indução de resistência.

ABSTRACT: Moringa plant (*Moringa oleifera* Lam.) called tree of life, native to India and grown in the tropics around the world, including Brazil due to its high nutritional and medicinal value. It is characterizedby being an arboreal plant, reaching up to 10 m in height, and the leaves are alternate, composed and bipinate in a pale green color. The species is used in several dishes and some researchers try toreplace wheat with leaf flour in the production of cookies, thus increasing its nutritional value. It was observed that leaf extract has proteins and phenols. The objective of the work was from an aqueous extract of leaves to evaluate the main compounds such as proteins, phenols, antioxidants and the protective effect in barley plants infected with the fungus *Bipolaris sorokiniana*. For the preparation of the extract, fresh leaves of the moringa plant were obtained from Sitio Versanio located in Balbinos, São Paulo. In 30mL of cold water, 30gr of leaves were added, plus 0.25 % ascorbic acid and ground in ultra-turrax, kept in the refrigerator for 30 minutes and filtered. Resultsindicated that the extract had about 84mg of protein and 15mg of phenol in 1ml. The antioxidant was also evaluated showing 45umol in Trolox equivalent. In liquid cromatography (HPLC) the amount of phenols was evaluated, reaching the presence of rutin, chlorogenic acid, caffeic acid andpara-coumaric acid in the moringa extract. The fungus was isolated from leaves of the barley field and grown on potato-agar-dextrose medium. Barley plants of the Braun variety, were developed in greenhouses and separated for treatments such as: a) control (water); b) treated with extract and after 24 hours inoculated with the fungus; c) ditto group b with 48 hours; d) ditto group b with 72 hours; e) inoculated with the fungus. Groups of plants (b, c, d, e) after inoculation with the fungus, were kept in a humid and dark chamber for 24 hours, and then transferred to the greenhouse. After 8 days the protection was evaluated and leaves were removed and submitted to extraction with phosphate buffer pH = 7 0.01 mol / L, evaluating the amount of protein. Results indicated that barley plants were protected to 100 %, where plants with 72h showed a

higher amount of protein, and beta- glucanase compared to control and infected plants. This indicated that the aqueous extract of moringa containing 4.22 mg of protein, showed a resistance reaction. At values above this concentration, such as 8.44mg of protein from the moringa extract, it had a biological control effecton the fungus. The infected plants showed lesions or leaf spots caused by the fungus withnecrotrophic action. It was concluded that the Moringa extract in the concentration of 4.22mg of protein, promoted the control of the barley leaf spot as a natural product and protecting the environment by not using fungicides.

KEYWORDS: Moringa, barley, Bipolaris, resistance induction

1. INTRODUÇÃO

Moringa oleifera Lam (Moringaceae) é uma planta nativa da Índia e amplamente cultivadanos trópicos de todo o mundo (AMAGLO *et al*., 2010). Árvore de crescimento rápido, já era utilizada no mundo antigo por romanos, gregos e egípcios com os mais diversos fins (ANWAR *et al*., 2007).

É a espécie mais conhecida do único gênero (Moringa) da Moringaceae. É denominada também como árvore da vida, "life-tree", lírio-branco e quiabo de quina, devido ao seu fruto que possui um formato de bastão de bater o tambor (SANTANA *et al*., 2010).

No Brasil, a moringa foi introduzida como planta ornamental por volta de 1950 (MATOS, 2002) e desde então, tem sido amplamente cultivada devido ao seu alto valor alimentício, principalmente das folhas, ricas em caroteno, ácido ascórbico e ferro (MAKKAR & BECKER, 1996; BEZERRA *et al*., 2004).

Os cotilédones e tegumentos das sementes de *M. oleifera* contêm proteínas com altacapacidade de coagulação, portanto, são usados na purificação e clarificação de águas naturais (BENNETT *et al*., 2003; BEZERRA *et al*., 2004; GASSENSCHMIDT *et al*., 1995; GHEBREMICHAEL *et al*., 2005; OKUDA *et al*., 2001).

Variadas propriedades terapêuticas são atribuídas à moringa, das quais incluem o uso como estimulante cardíaco e circulatório (ANWAR *et al*., 2007; FAIZI *et al*., 1994), antitumoral, antipirética, antiepilética, antiespasmódica, diurética, hepato protetora (ANWAR *et al*., 2007), no combate a inflamações, hipertensão arterial (ANWAR *et al*., 2007; FAIZI *et al*., 1994; GUEVARA *et al.,* 1999) e diarreia (FAIZI *et al*., 1994; BENNETT *et al*., 2003).

As famílias que residem no semiárido nordestino têm seu sustento dependente, principalmente, de atividades de agricultura e pecuária. De acordo com OLIVEIRA *et al.* (2010), uma alternativa para esta região é o plantio de moringa, espécie utilizada na agricultura familiar como fonte de suplemento alimentar, uma vez que suas folhas são fontes de vitamina A, vitamina B e C, aminoácidos (metionina e cisteína) e minerais, como ferro (582 mg/kg), potássio (21,7 mg/kg), cálcio (26,4 mg/kg) e zinco (113,9 mg/kg) (MOURA *et al*, 2009).

Devido as suas propriedades alimentares, há um esforço em difundi-la como hortaliça rica em vitaminas. A espécie (folha, flor e fruto) já é utilizada em diversos pratos (aproximadamente dezoito), e alguns pesquisadores tentam substituir o trigo

pela farinha de folhas na produção de cookies, aumentando assim seu valor nutritivo (BAPTISTA, *et al*., 2012).

Em várias regiões do interior de São Paulo, estão plantando a árvore para auxiliar na alimentação do gado. Assim, foram avaliados alguns componentes químicos presentes na planta. O conhecimento das estruturas químicas dos produtos naturais, bem como de suas funções nas interações das plantas com os organismos vizinhos, possibilita uma melhor compreensão dos mecanismos bioquímicos dessas interações, tornando possível o desenvolvimento de novos agentes bioativos (BARNES *et al*., 2007).

No caso da mancha foliar causada pelo fungo *Bipolaris sorokiniana*, o controle é, normalmente, realizado por uso de fungicidas sendo que esta doença causa prejuízos aos produtores.Outro problema é o risco para o meio ambiente e para a saúde do homem. Visando eliminar estes inconvenientes, um dos métodos preconizados tem sido a utilização de indutores de resistência oriundos de produtos naturais.

A indução de resistência tem sido observada em várias plantas em resposta ao tratamento prévio do hospedeiro com agentes bióticos ou abióticos, denominados elicitores ou indutores de resistência (KUC, 1987; 2000; 2001; MANANDHAR *et al*., 1999). As plantas ativam um conjuntode respostas após o reconhecimento de um patógeno ou da aplicação exógena de indutor, assim, capacitando-as a responderem mais rapidamente à infecção promovendo uma resposta de resistência. A indução de resistência tem sido observada e sugerida como controle alternativo para diferentes doenças e interações como: trigo - *Bipolaris sorokiniana* e *Drechslera teres* (BACH, 1997; BACH *et al*, 2003); cevada - *Bipolaris sorokiniana* (CASTRO e BACH, 2004); café - *Hemileia vastatrix* (GUZZO *et. al*., 1993) e arroz - *Pyricularia oryzae* e *Bipolaris sorokiniana* (MANANDHAR *et al*, 1999).

Assim, o objetivo do presente trabalho foi preparar o extrato de plantas de moringa, avaliaros compostos fitoquímicos, verificar a presença de antioxidantes e o efeito como indutor de resistência em plantas de cevada inoculadas com o patógeno *Bipolaris sorokiniana* (mancha foliar).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Folhas frescas da planta *M.oleifera*, foram coletadas no sítio Versanio, situado

em Balbinos nas proximidades de Bauru, São Paulo e transportadas à UNINOVE, Unidade Memorial da América Latina, em geladeira de isopor.

2.1. EXTRAÇÃO E TESTES

Todas as folhas de moringa foram lavadas, secas com papel, onde 30 g de folhas frescas foram trituradas em ultra-turrax na presença de 30mL de água gelada acrescida de 0,25 % de ácido ascórbico. O extrato foi mantido em geladeira por uma hora e filtrado em gaze sendo armazenado em frasco de vidro e mantido a -4 ºC até a utilização (SILVA & BACH, 2005). O extrato foi submetido à quantificação de proteínas através do método de Lowry, em equivalentes de SAB (Soro Albumina Bovina) (LOWRY, 1951) e, quantificação de fenóis baseado no método de SWAIN & HILLIS (1959), em equivalentes de ácido clorogênico.

Como antioxidante foi usado o método de ABTS (RUFINO *et al*, 2007) com a reação envolvendo 7mM ABTS (5mL e 2,45mM (88mL) de persulfato de potássio, após incubação à temperatura ambiente e escuro por 16h. Após o período, foi diluído em 80 % de etanol até dar umaabsorbância de 0,700 ± 0.005 a 734 nm. A medida de 2,7mL da solução de ABTS foi misturada devagar com 0,3mL das amostras. Após 30min a 30 ºC, foi realizada a leitura no espectrofotômetrona absorbância de 734nm. O padrão foi Trolox.

Compostos fenólicos foram separados no equipamento HPLC (Young Lin YL 9300) equipado com bomba quaternária, detector UV-vis e forno de coluna (YL9330). A coluna usada foia Kinetex C18 (4.6mm×250mm i.d., 5um) e o comprimento de onda foi 254nm. Eluição foi realizada a 1,0mL/min a 35 ºC. A fase A consiste em metanol e fase B foi 0,1 % de ácido acético em água. O volume injetado foi de 20uL. Os compostos usados como padrão foram adquiridos da Sigma (ácidos cumárico, ferúlico, cafeico, rutina, quercetina, canferol) e dissolvidos em solvente grau HPLC (metanol). Para identificação foi usado o tempo de retenção e áreas dos picos correlacionados com concentração pelo software Clarity.

2.2. ISOLADO DE FUNGO E TESTE BIOLÓGICO

O isolado de *Bipolaris sorokiniana* foi obtido da Fundação de Guarapuava no Paraná e, mantidos em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar). Um mililitro do extrato aquoso, de duas concentrações em equivalentes de proteínas foram transferidos para tubos de ensaio contendo 10mL de BAD (batata-ágar-dextrose) esterilizado e passado para placas de petri, sendo depois inoculado o fungo. No

intervalo de 0 a 14 dias foi medido o crescimento do fungo.

No final do experimento, foi realizada a suspensão de esporo colocando 5mL de água destilada estéril com 0,05 % de Tween 20 (poli-oxietilen sorbitan monolauret, Sigma Chemical Co.) nas placas de petri contendo as culturas e, retirando-se os esporos com alça de Drigalsky. A suspensão foi filtrada em gaze e, contado os esporos, ajustando em hematocitômetro até a concentração de 2x 10^5 conídios mL^{-1}. Paralelamente o fungo foi inoculado em placas controles.

2.3. USO DO EXTRATO NO CONTROLE DE MANCHA FOLIAR EM PLANTAS DE CEVADA

Sementes de cevada da variedade Brau foram enviadas pela Fundação Guarapuava, PR onde foram semeadas dez sementes da variedade em vasos contendo terra vegetal adubada e, mantidas em casa-de-vegetação à temperatura ambiente até o estágio 5 da escala de Feekes-large (LARGE, 1954).

Grupos de dez plantas foram usadas nos testes biológicos para cada tratamento, em 3 repetições. Em todos os tratamentos foram aspergidos cerca de 10mL da suspensão de conídios ou, solução do extrato das folhas de moringa em água, ou ainda, água (planta controle ou sadia). Os tratamentos foram: a-sadia (plantas aspergidas com água); b-tratadas com indutor (plantas aspergidas com extrato); c) inoculadas com os patógenos (plantas aspergidas com suspensões dos isolados); d) tratadas com indutor e após 24 h inoculadas com suspensão de conídios; e) idem ao grupo d, entretanto, após 48 horas; f) idem ao grupo d, entretanto, após 72 horas.

As plantas dos grupos d, e, f, foram inicialmente aspergidas com indutor sendo que após 24,48 e, 72 horas, sob condições de temperatura ambiente e fotoperíodo de 12 horas (luz fluorescente7,35 W m-2), as folhas foram inoculadas, por aspersão, com as suspensões de conídios dos isolados. Durante as primeiras 24 horas após a inoculação do patógeno, as plantas foram mantidas em câmara úmida (100 % UR), temperatura ambiente e escuro. Em seguida, o material foi transferido para casa-de-vegetação e mantido sob condições de temperatura e luminosidade ambiente.

A proteção das plantas foi avaliada 4 dias após a inoculação do patógeno de acordo com BACH *et al*. (2003, 2012, 2014, 2015) e CASTRO & BACH (2004). As folhas de cevada foram coletadas para a contagem do número de folhas com lesões e calculada a porcentagem de proteção. 1g das folhas de cada tratamento foi triturada

com 5mL de tampão fosfato 0,05mol/L pH=7 sendo depois filtrado e guardado no freezer até realização dos testes. Os extratos foram submetidosà quantificação de proteínas através do método de Lowry, em equivalentes de SAB (Soro Albumina Bovina) (LOWRY, 1951), quantificação de fenóis baseado no método de SWAIN & HILLIS (1959), em equivalentes de ácido clorogênico e, beta glucanase presente nas plantas. A atividade da beta-glucanase foi realizada pelo método de Vant Hoff *et al* (1991) usando laminarina como substrato.

Análise Estatística

Os dados foram avaliados pela média ± desvio padrão e avaliado por análise de variância One-Way ANOVA sendo considerado significante *P <0,05 através do software Assistat.

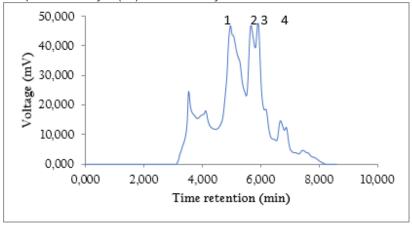
3. RESULTADOS

3.1. EXTRATO

O extrato da planta de Moringa água apresentou 84,40mg de proteína, 15,80mg de fenol e aatividade antioxidante foi de 45.27µmol TEAC*/g (Tabela 1). Avaliando o extrato no HPLC foi verificado presença de rutina, ácido clorogênico, ácido caféico e ácido para-coumárico (Tabela 2).

Tabela 1: Quantidade de proteína e fenol presente no extrato aquoso de plantas de Moringa.

	mg proteína (SAB)	mg fenol (ác. Clorog.)	umol de Trolox
Extrato Moringa	84,40	15,80	45,27

Tabela 2: Resultado obtido no HPLC (254nm) comparado com padrões fenólicos com respectivo tempo de retenção(Rt) e concentração.

Tempo de Retenção(min)	Concentraçao(ug)	Pico	Composto
4,967	16,40	1	Rutina
5,667	2,74	2	Ác. Clorogênico
5,900	2,86	3	Ác. Caféico
6,667	15,61	4	Ác. P- coumárico

Fonte: Os Autores.

3.2. ISOLADO DO FUNGO E TESTE BIOLÓGICO

O gráfico 1 demonstra que os extratos dependendo da concentração apresenta ação diferente perante o fungo *Bipolaris sorokiniana*. Na concentração maior de 8,44mg de proteína no extrato, ofungo inibiu o crescimento em 13,4 %, comparado com placa controle. Já na concentração de 4,22mg de proteína no extrato, o fungo desenvolveu 20 % a mais do que comparado com placa controle (Grafico 1).

Observando o número de conídios, o fungo desenvolvido em placa com meio e extrato (8,44mg) não tiveram germinação tendendo a ter conídios pequenos, comparando com placa controle, com alto número de conídios e tamanhos grandes (Tabela 3). Diante dos resultados o extrato da planta de moringa pode em concentração diluída acelerar o crescimento do fungo em 20 %, e com germinação de conídios. Isto vem demonstrar que o extrato de moringa possui efeito inibitório em determinada concentração de proteína (como 8.44mg) com consequente inibição de germinação deconídios.

Gráfico 1: Crescimento da *Bipolaris sorokiniana* em meio de cultura controle e com extrato de moringa em duas concentrações e três repetições cada experimento.

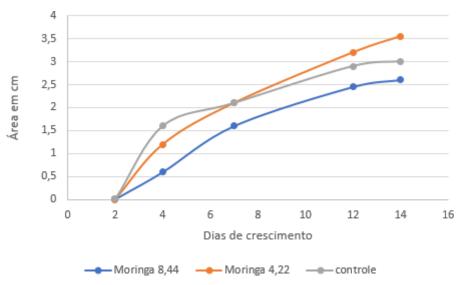



Tabela 3: Número e características dos conídios de *Bipolaris sorokiniana* desenvolvidos em placas contendo extrato demoringa.

Extrato	Número de conídios	Características
moringa 8,44mg	$0,1x10^5$	conídios pequenos
moringa 4,22mg	$2,0x10^5$	conídios pequenos e grandes
Controle	$5x10^5$	conídios grandes

Fonte: Os Autores.

3.3. USO DO EXTRATO NO CONTROLE DE MANCHA FOLIAR EM PLANTAS DECEVADA

Para o teste em plantas de cevada variedade Brau, foram utilizadas duas concentrações do extrato de moringa visando a germinação do conídio de *Bipolaris sorokiniana.* Desta forma foram escolhidas duas concentrações sendo 4,22mg de proteína e 1,68mg de proteína correspondendo a diluições de 1:20 e 1:50.

Em relação a plantas de cevada tratadas com extrato de moringa diluído 1:20 o resultado demonstrou no intervalo de tempo de 24h alta proteção de resistência completando 96 % de proteçãoe no intervalo de tempo de 72h chegou a 100 % de proteção indicando a não infecção do fungo. Nadiluição de 1:50, a proteção continuou, isto é, no intervalo de tempo de 72h permaneceu com 100 % de proteção indicando não infecção pelo fungo (Tabela 4).

O resultado da indução de proteção pode ser acompanhado pela concentração de proteína, fenol e atividade da beta glucanase. Quanto maior proteína, menor fenol e maior atividade da beta glucanase indicando maior proteção. Quanto menor concentração de proteína, maior a de fenol e menor atividade da enzima beta-glucanase, mais suscetível será a planta ao ataque do fungo que pode ser observado na planta infectada (Tabela 4). As plantas de cevada quando tratadas e apresentarem 100 % de proteção, adquirem atividade alta de enzima e mais proteína.

Tabela 4: Porcentagem de proteção em plantas de cevada usando o indutor extrato aquoso de folhas de moringa, concentração de proteínas, fenóis e atividade da enzima beta glucanase encontrada em plantas da cevada sadia, infectadae submetida aos tratamentos.

Extratos		mg proteína	mg ac clorog	Atividade Beta-glucanase (umol glucose/min)	% proteção
Sadia		0,988	0,155	0,220	X**
Infectada		0,272	0,318	0,091	0
Moringa	C	1,157	0,12	0,240	X**
dil 1:20	24h	1,120	0,128	0,140	96*a
4,22mg prot	48h	1,190	0,098	0,150	96a
	72h	1,452	0,061	0,190	100b
Moringa	C	1,047	0,124	0,240	X**
dil 1:50	24h	1,100	0,147	0,120	91a
1,68mg prot	48h	1,083	0,104	0,140	95b
	72h	1,452	0,074	0,180	100c

*média de 5 plantas (10 folhas) de cada tratamento. Letras diferentes na coluna indicam diferença estatística a nível de5 %.
**x indica plantas sem lesão e, O (infectada) = plantas com lesões.

4. DISCUSSÃO

A indução de resistência por metabólitos, compostos de origem química ou biológica podem estimular a habilidade da planta em compensar o efeito de dano causado pelo patógeno. KUC (1982, 2000), descreveu a importância em se usar indutores de resistência ao invés de fungicidas os quais contaminam o meio ambiente. Assim, foi utilizado no presente trabalho o extrato de moringa para verificar o efeito como indutor em plantas de cevada infectadas com *Bipolaris sorokiniana*.

Para avaliação de compostos químicos presentes no extrato de moringa aquoso, foi realizado e confirmado a presença de proteína, fenol e antioxidante. Além destes foi verificado em HPLC a presença de alguns compostos fenólicos como rutina, ácido clorogênico, ácido caféico e ácido para-coumárico. Segundo Amaglo *et al*. (2010) e, Bennett *et al*. (2003) foram determinados polifenóis na moringa incluindo rutina, ácido clorogênico e quercetina. Entretanto nos resultados aqui encontrados apenas a quercetina não apareceu, podendo ser devido de ter uma variedade diferente no Brasil. Vários polifenóis exercem atividade antioxidante, antimicrobiana e também apresentam atividade de proteger as plantas contra fitopatógenos, ozônio e raios ultravioleta (Reinisalo *et al*, 2015). Diante disto foi utilizado para verificar o efeito do extrato de moringa em plantas de cevadainfectadas com *Bipolaris sorokiniana*.

Primeiramente foi observado o efeito do extrato em conídios do fungo sendo

que a concentração de 8,44mg de proteína demonstrou efeito inibidor na germinação de conídios podendo assim ter efeito como controle biológico. A morfologia das colônias nas placas, continuou com cores escura, quase pretas, no meio de BAD (batata-ágar-dextrose) mas a esporulação foi baixa indicandoa não viabilidade dos conídios na planta. Desta forma como a concentração mais baixa apresentou maior esporulação, para ver o efeito na planta foram utilizadas duas concentrações menores como 1:20 (equivalente a 4,22mg de proteína) e 1:50 (equivalente a 1,68mg de proteína).

A proteção nas plantas foi baseada em BACH *et al* (2003) avaliando o número de folhas infectadas/planta e passando o valor em porcentagem de proteção. Observou-se que maior inibiçãono número de folhas infectadas foi obtido com extrato de moringa em relação ao controle já no intervalo de 24horas entre a indução e inoculação chegando a 100 % nas plantas no intervalo de tempo de 72 horas. A porcentagem máxima de 100 % foi visualizada nos 2 tratamentos das duas diluições do extrato de moringa indicando que tanto a diluição de 1:20 como a de 1:50 a planta de cevada respondeu como resistente ao fungo. As plantas infectadas apresentaram todas as folhas comlesões.

Conforme Bach *et al* (2003) e Castro e Bach (2004), a resistência induzida exige mudanças específicas no metabolismo da planta, envolvendo a síntese e/ou acúmulo de substâncias, por isso, então, é dependente do intervalo de tempo entre o tratamento indutor e a subseqüente inoculação do patógeno. Isto pode ser demonstrado pela quantidade de proteínas, fenóis e beta glucanase presente no extrato foliar das plantas de cevada controle, infectada e tratadas com extrato de moringa. Assimos resultados obtidos com extrato de moringa vieram confirmar o que os autores Bach *et al* (2003) obtiveram com trigo e Bipolaris. As plantas de cevada submetidas ao tratamento com extrato de moringa e depois infectadas, apresentaram aumento de proteína, beta glucanase e diminuição de concentração de fenol. Já as plantas infectadas o fenol está aumentado devido a reação na lesão necrótica devido a infecção do fungo. Segundo BACH *et al* (2003), algum mecanismo foi ativado na planta de cevada a fim de diminuir a concentração de fenóis nas plantas tratadas podendo assim, estar associado com a indução de resistência.

5. CONCLUSÃO

O extrato de Moringa aquoso, nas concentrações contendo 4,22mg de proteína, provou ser potente indutor de resistência, por proteger a planta de cevada do ataque do fungo, não necessitandoassim de uso de fungicida e auxiliando a proteção do meio ambiente, evitando a poluição e contaminação do solo por fungicidas, promovendo a manutenção da qualidade de vida e alimento para o ser humano.

Em concentração maior de 8,44mg de proteína, o extrato de moringa apresenta efeito de controle biológico direto sobre *B.sorokiniana*.

REFERÊNCIAS

AMAGLO, N.K.; BENNETT, R.N.; LO CURTO, R.B.; ROSA, E.A.S.; LO TURCO, V.; GIUFFRIDA, A.; CURTO, A.L.; CREA, F.; TIMPO, G.M. Profiling selected phytochemicals and nutrients in different tissues of the multipurpose tree Moringa oleifera L., grown in Ghana. Food Chem. 122, 1047–1054, 2010.

ANWAR, F.; LATIF, S.; ASHRAF, M.; GILANI, A.H. Moringa oleifera: A food plant with multiple medicinal uses. Phytoter Res., v. 21, p.17-25, 2007.

BACH, E.E. Distinção morfológica e isoenzimática de Bipolaris spp. e Drechslera tritici-repentis do trigo; aspectos bioquimicos nas interações e indução de resistência, Tese de doutorado, USP, Esalq, SP, 150pp, 1997.

BACH, E.E.; BARROS, B.C.; KIMATI, H. Induced Resistance against Bipolaris bicolor, Bipolarissorokiniana and Drechslera tritici-repentis in Wheat Leaves by Xantham Gum and Heat-InactivatedConidial Suspension. Journal of Phytopathology 151: 411–418, 2003.

BACH, E.E.; MARCONDES, M.C.S.; PATRICIO, G.F.; ESQUERDO, K.F.; CARDOSO, V.; WADT, N.S.Y. Aqueous extract of leaves from Bauhinia variegata used in barley plants to protectagainst Bipolaris sorokiniana. Agricultural Research and Reviews 1(3): 71 – 79, 2012.

BACH, E.E; ESQUERDO, K.F; OLIVEIRA, M.B.F; REIS, F.A; CARDOSO, V.O; WADT, N.S.Y. Control of spot blotch in barley plants with fungicide and Bauhinia variegate Linn. leaf extract. Emir. J. Food Agric. 26: 630-638, 2014.

BACH, E.E; SILVA, K.M; NASCIMENTO, J.R.N; MOTOSHIMA, M.Y.S; JUNIOR, J.A.S; HI, E.M.B; WADT, N.S.Y. Uso do polissacarideo extraído do fungo Tremella fuciformis Berk como controle da mancha foliar em plantas de cevada, XXX Anais da Embrapa, t. 24, 2015.

BAPTISTA, A. T. A.; SILVA, M. O.; BERGAMASCO, R.; VIEIRA, A. M. S. Avaliação físico- química e sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com folha de Moringa oleífera. B.CEPPA,Curitiba, v. 30, n. 1, p. 65-74, jan./jun. 2012.

BARNES, J.; ANDERSON, L. A.; PHILLIPSON, J. D. Herbal Medicines (3rd ed., p. 710), 2007. London: Pharmaceutical Press.

BENNETT, R.N.; MELLON, F.A.; FOIDL, N.; PRATT, J.H.; DUPONT, M.S.; PERKINS, L.; KROON, P.A. Profiling glucosinolates and phenolics in vegetative and reproductive tissues of the multi-purpose trees Moringa oleifera L. (Horseradish Tree) and Moringa stenopetala L. J Agr FoodChem, v. 51, p. 3546-3553, 2003.

BEZERRA, A.M.E.; MOMENTÉ, V.G.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes edesenvolvimento de plântulas de moringa (Moringa oleifera Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. Hort Bras, v. 22, p. 295-299, 2004.

CASTRO, O.; BACH, E.E. Increased production of b-1,3 glucanase and proteins in Bipolaris sorokiniana pathosystems treated using commercial xantham gum. Plant Physiology and Biochemistry, v. 42, p. 165-169, 2004.

FAIZI, S.; SIDDIQUI, B.S.; SALEEM R.; SIDDIQUI, S.; AFTAB, K. Isolation and structure elucidation of new nitrile and mustard oil glycosides from Moringa oleifera and their effect on bloodpressure. J Nat Prod, v. 57, p. 1256-1261, 1994.

GASSENSCHMIDT, U.; JANY, K.D.; TAUSCHER, B.; NIEBERGALL, H. Isolation and characterization of a flocculating protein from Moringa oleifera Lam. Biochim Biophys Acta, n.1243, p. 477-481, 1995.

GHEBREMICHAEL, K.A.; GUNARATNA, K.R.; HENRIKSSON, H.; BRUMER, H.; DALHAMMAR, G. A simple purification and activity assay of the coagulant protein from Moringaoleifera seed. Water Res, v. 39, p. 2338-2344, 2005.

GUEVARA, A. P.; VARGAS, C.; SAKURAI, H.; FUJIWARA, Y.; HASHIMOTO, K.; MAOKA, T.; KOZUKA, M.; ITO, Y.; HARUKUNI, T.; NISHINO, H. An antitumor promoter from Moringaoleifera Lam. Mutation Research, v. 440, p. 181-188, 1999.

GUZZO, S.D.; BACH, E.E.; MARTINS, E.M.F.; MORAES, W.B.C.. Crude exopolysaccharides (EPS) from Xanthomonas campestris pv. manihotis, X. campestris pv. campestris and commercial xanthan gum as induceres of protection in coffee plants against Hemileia vastatrix. Journal of Phytopathology, 139: 119-128, 1993.

KUC, J. Development and future direction of induced systemic resistance in plants. Crop Protection, Kentucky, v. 19, p. 859-861, 2000.

KUC, J. Concepts and direction of induced systemic resistance in plants and its application. European J Plant Pathol, 107: 7-12, 2001.

KUC, J. Plant immunization and its aplicability for disease control. In: Chet K.(ed). Innovative approaches to plant disease control, New York, John Wiley & Sonns, 255-274pp, 1987.

KUC, J. Plant immunization-mechanisms and practical implications. In: Wood, R.K.S.; Tjamos, E.Plant defense mechanisms in plants, New York, Plenum, 1982, p. 157-178.

LARGE, E. C. Growth stages in cereal: Illustration of the Feekes scale. Plant Pathology, New York,v. 3, p. 129, 1954.

LOWRY, O. H., N. J. ROSENBROUGH, A. L. FARR AND R. J. RANDALL. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. J. Biol. Chem. 193: 265-275.

MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted Moringa oleifera leaves. Anim Feed Sci Tech, v. 63, p. 211-228, 1996.

MANANDHAR, H.K.; MATHUR, S.B.; SMEDEGAARD-PETERSEN, V.; THORDAL-CHRISTENSEN, H. Accumulation of transcripts for pathogenesis-related proteins and peroxidase in rice plants triggered by Pyricularia oryzae,Bipolaris sorokiniana and UV light. Physiol Mol PlantPathol., 55: 289–295, 1999.

MATOS, F.J.A. Farmácias vivas: sistema de utilização de plantas medicinais projetado parapequenas comunidades. 4ª ed. Fortaleza: UFC, SEBRAE/CE, 2002.

MOURA, A. S.; SOUZA, A. L. G.; OLIVEIRA JUNIOR, A. M.; LIRA, M. L.; SILVA, G. L. Caracterização físico-química da folha, flor e vagem da moringa (Moringa oleifera Lamarck). In: Encontro Nacional de Moringa, 2009, Aracaju – Sergipe.

OKUDA, T.; BAES, A.U.; NISHIJIMA, W.; OKADA, M. Isolation and characterization of

coagulant extracted from Moringa oleifera seed by salt solution. Water Res, v. 35, p. 405-410, 2001.

OLIVEIRA, A. B.; GOMES-FILHO, E.; ENÉAS- FILHO, J. O problema da salinidade na agricultura e as adaptações das plantas. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer -Goiânia, 6: 16-17. 2010.

REINISALO, M.; KARLUND, A.;KOSKELA, A,; KAARNIRANTA, K.; KARJALAINEN, R.O. Polyphenol Stilbenes: Molecular Mechanisms of Defence against Oxidative Stress and Aging- Related Diseases. (Hindawi Publishing Corporation) Oxidative Medicine and Cellular Longevity Volume 2015, Article ID 340520, 24 pages

RUFINO MSM., ALVES RE., BRITO ES., MORAIS SM., SAMPAIO CG., PÉREZ-JIMÉNEZ J., SAURA-CALIXTO FD. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS +. Comunicado técnico 128 Embrapa. Embrapa Agroindústria Tropical, 128: 1-6, 2007.

SANTANA, C. R.; PEREIRA, D.F.; ARAUJO, N.A.; CAVALCANTI, E.B.; SILVA, G.F. Caracterização Físico-Química da Moringa (Moringa oleifera Lam). Revista Brasileira de ProdutosAgroindustriais, Campina Grande, v.12, n.1, p.55-60, 2010.

SILVA, A. A. O.; BACH, E. E. Extrato de gengibre como indutor de resistência sistêmica em plantasde cevada (Embrapa 128) contra Bipolaris sorokiniana. In: 25 Reunião Anual de Pesquisa de Cevada, Guarapuava, PR. EMBRAPA 25:411-418, 2005.

SWAIN, R.; HILLIS, W. E. The phenolic constituents of Prunus domestica. I. The quantitative analysis of phenolic constituents. Journal of the Science of Food and Agriculture, 10: 63-68, 1959.

VAN HOOF, A.; LEYMAM, J.; SCHEFFER, H.J.; WALTON, J.D. A single beta-1,3-glucanase secreted by the maize pathogen C. carbonum acts by an exolytic mechanism. Physiological and Molecular Plant Pathology. 1991, 39: 259-267.

CAPÍTULO 09

INFLUÊNCIA DOS FATORES CLIMÁTICOS SOBRE AS VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS DE FRANGOS DE CORTE LINHAGEM CAIPIRA NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Johnson Lopes Valdivino dos Santos
Acadêmico do Curso de Zootecnia
Universidade Federal de Rondônia / Campus Presidente Médici-RO
Endereço: Rua da Paz, 4376 - Lino Alves Teixeira, Presidente Médici/RO, 76916-000
E-mail:johnsonvaldivino@gmail.com

Dr. Alexandre Lemos de Barros Moreira Filho
Docente do Departamento de Ciência Animal
Universidade Federal da Paraíba/ Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias
Campus Universitário III
Endereço: Rua João Pessoa, S/N, Bananeiras/PB, 58220-000
E-mail: alexandremfranca@gmail.com

Dr. Edicarlos Oliveira Queiroz
Docente do Departamento de Zootecnia
Universidade Federal de Rondônia/ Campus Presidente Médici-RO
Endereço: Rua da Paz, 4376 - Lino Alves Teixeira, Presidente Médici/RO, 76916-000
E-mail: queirozed@unir.br

Dr. Raul Dirceu Pazdiora
Docente do Departamento de Zootecnia
Universidade Federal de Rondônia/ Campus Presidente Médici-RO
Endereço: Rua da Paz, 4376 - Lino Alves Teixeira, Presidente Médici/RO, 76916-000
E-mail: raul.pazdiora@unir.br

José Anchieta Cavalcante de Lacerda Júnior
Acadêmico do Curso de Zootecnia
Universidade Federal de Rondônia/ Campus Presidente Médici-RO
Endereço: Rua da Paz, 4376 - Lino Alves Teixeira, Presidente Médici/RO, 76916-000
E-mail: lacerdajuniorzoo@gmail.com

Éden Carlos Pinto Santos
Acadêmico do Curso de Zootecnia
Universidade Federal de Rondônia/ Campus Presidente Médici-RO
Endereço: Rua da Paz, 4376 - Lino Alves Teixeira, Presidente Médici/RO, 76916-000
E-mail: edencarlosxp@hotmail.com

Gabriel Bijos Santos
Acadêmico do Curso de Zootecnia
Universidade Federal de Rondônia/ Campus Presidente Médici-RO
Endereço: Rua da Paz, 4376 - Lino Alves Teixeira, Presidente Médici/RO, 76916-000
Email: gabriel_bijos@hotmail.com

Haylleen Menezes de Sá
Acadêmica do Curso de Zootecnia
Universidade Federal de Rondônia/ Campus Presidente Médici-RO
Endereço: Rua da Paz, 4376 - Lino Alves Teixeira, Presidente Médici/RO, 76916-000
E-mail: haylleensa@gmail.com

Dickson de Moraes
Acadêmico do Curso de Zootecnia
Universidade Federal de Rondônia/ Campus Presidente Médici-RO
Endereço: Rua da Paz, 4376 - Lino Alves Teixeira, Presidente Médici/RO, 76916-000
E-mail: dicksondemoraes@hotmail.com

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliara influência do ambiente em diferentes períodos do dia sobre os parâmetros fisiológicos de frangos caipira da linhagem *Label* Rouge em diferentes fases de criação (inicial, crescimento e terminação). Foram utilizados 300 pintinhos da linhagem Caipira *Label* Rouge, distribuídos em vinte cinco boxes de 12 animais cada. Semanalmente, foram coletados dados de temperatura de bulbo seco, temperatura de ponto de orvalho, temperatura de globo negro e umidade relativa no interior do galpão em três pontos (início, meio e fim) e em diferentes horários, 09:00, 15:00 e 21:00 horas. A partir da coleta das variáveis climáticas, foram calculados os índices de conforto térmico: índices de temperatura e umidade e o índice de temperatura de globo e umidade. Os parâmetros fisiológicos foram avaliados em cada fase de criação (inicial, crescimento e final), nas idades de 21, 42 e 63 dias, considerando as variáveis, temperatura cloacal, temperaturas superficiais (cabeça, pescoço, dorso, asa e pernas) e frequência respiratória. Os resultados dos índices bioclimáticos demonstraram que em todas as fases de criação os animais se encontravam fora da faixa de conforto térmico de temperatura e umidade relativa, sendo os maiores índices ($p<0,05$) observados no período da tarde. Para os parâmetros fisiológicos, foi possível observar que houve incremento ($p<0,05$) em todas as temperaturas mensuradas, como também, na frequência respiratória ($p<0,05$) no período da tarde nas fases inicial e crescimento. Sendo assim, conclui-se que as altas temperaturas associadas a alta umidade no período da tarde aumentaram os índices bioclimáticos e o desconforto dos animais, alterando as temperaturas superficiais e frequência respiratória de frangos caipiras *Label*Rouge criados na Amazônia Ocidental.

PALAVRAS-CHAVE: Avicultura, conforto térmico, labelrouge, termotolerância

ABSTRACT: The objective of this work wasto evaluate the influence of the environmentat diferente periods of the day on the physiological parameters of free-range chickens of the Label Rouge strain at diferente stages of creation (initial, growth and termination) in the Western Amazon A total of 300 chicks of Label Rougewereused, distributed in twentyfive boxes of 12 animal seach. Weekly data were collected ondrybulb temperature, dew point temperature, black globe temperature and relative humidity inside thes hedat three points (beginning, middleandend), and at different times, 09:00am, 15:00 and 9 pm. From the collection of climatic variables, the termal comfortindices were calculated: temperature and humidity índices and the globe temperature and humidity index. The physiological parameters were evaluate dateach stage of creation (initial, growthand final), at the ages of 21, 42 and 63 days, considering the variables, cloacal temperature, surface temperatures (head, neck,

back, wingandlegs) and frequency respiratory. The results of the bioclimatic indexes showed that in all stages of creation the animals were outside the thermal comfort range of temperature and relative humidity, with the highest ($p<0.05$) indexes observed in the afternoon. For the physiological parameters, it was possible to observe that there was an increase ($p<0.05$) in all measured temperatures, as well as in the respiratory frequency in the afternoon in the initialand growth phases. Thus, it is concluded that the high temperatures associated with high humidity in the afterno onincreased the bioclimatic indexes and the animals' discomfort, altering the surface temperatures and respiratory frequency of Label Rouge free-range chickens raised in the Western Amazon.

KEYWORDS: *Label* Rouge poultryfarming, thermalcomfort, thermolerance.

1. INTRODUÇÃO

As condições ambientais afetam diretamente a produção avícola, fatores como temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e radiação solar são componentes essenciais para caracterização ambiental dentro dos sistemas de produção de aves (SANTOS *et al*., 2014). O conhecimento e manipulação desses fatores torna-se fundamental para garantir condições ideais de produção e o bem-estar das aves, permitindo a expressão máxima do potencial genético com retorno financeiro para os produtores (Abreu e Abreu, 2011). Entretanto, a relação entre esses fatores se altera no decorrer do ciclo produtivo, devido a variação nas exigências de ganho ou perda de calor (PAULINO *et al*., 2019).

As principais características climáticas brasileiras são as elevadas temperaturas e umidade relativa do ar, associadas a intensa radiação solar, especialmente durante o verão, esse conjunto de fatores gera um quadro quase que contínuo de desconforto térmico ao longo do ano para aves, acarretando em sérios prejuízos ao bem-estar e desempenho produtivo das aves (SOUZA *et al*.,2016). Em algumas regiões do Brasil essas características são mais marcantes, especialmente na região Amazônica que apresenta média de temperatura de 33 °C e umidade relativa de 75 %, tais condições impactam diretamente a produção avícola e devem ser levadas em consideração na implantação dos sistemas produtivos na região. (Abreu e Abreu, 2011).

Devido a essas características o estresse térmico por calor é potencializado na região Amazônica, pois os mecanismos fisiológicos de manutenção da temperatura corporal das aves, sejam eles sensíveis ou latentes são comprometidos em condições de altas temperaturas e umidade, acarretando no comprometimento do desempenho produtivo das aves (CORDEIRO *et al.*, 2014).Vários estudos (SANTOS *et al*., 2014; SOUZA *et al.*, 2016; ARCILA *et al*., 2018; VESCOVI *et al*., 2020) demonstram que frangos criados fora da zona conforto térmico apresentam desempenho comprometido, com redução do consumo de alimentos, piora no ganho de peso e conversão alimentar, e maior mortalidade.

Através da mensuração dos valores de temperatura do ar e umidade relativa torna-se possível quantificar e qualificar o ambiente térmicos dentro dos sistemas produtivos, através da determinação dos índices de conforto térmico, entre eles o índice de temperatura e umidade (ITU) e o índice de temperatura de globo e umidade

(ITGU) (OLIVEIRA JÚNIOR *et al*., 2018). A determinação dos índices bioclimáticos na produção animal permite uma avaliação mais precisa do ambiente de criação, permitindo a melhoria das condições ambientais e garantindo maior bem-estar e conforto térmico para os animais.

O conforto térmico dos animais pode ser avaliado através de indicadores fisiológicos que permitem uma avaliação mais detalhada dos efeitos das condições ambientais sobre os animais, para aves destacamos a frequência respiratório (OLIVEIRA *et al.*, 2016), temperatura cloacale temperatura superficiais estão entre os principais indicadores de conforto térmico (COSTA *et al*., 2012; FERREIRA *et al.*, 2012). Sendo assim, o presente trabalho tem como proposta avaliar a influência dos períodos do dia (manhã, tarde e noite) sobre os parâmetros ambientais e fisiológicos de frangos de linhagem caipira em diferentes fases de criação nas condições ambientais da Amazônia Ocidental.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Exigências Legais

Todos os protocolos de práticas de manejo e manipulação dos animais foram submetidos ao Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Rondônia (CEUA/UNIR) antes da execução da pesquisa e aprovados pelo número de protocolo N°040/2018CEUA.

Desenho Experimental

A presente pesquisa foi realizada no galpão experimental de Avicultura do Laboratório de Produção Animal da Univerdade Federal de Rondônia, Campus Presidente Médici, no período de Outubro a Dezembro. O campus de Presidente Médici encontra-se situado na Região Central do Estado de Rondônia, com posição geográfica entre a latitude 11°10’33” sul e uma longitude 61°54’03” oeste, estando a uma altitude de 185 metros em relação ao nível do mar. Foram utilizados 300 pintinhos da linhagem Caipira Label Rouge, os animais foram adquiridos do incubatório comercial (Globo Aves®), já vacinados contra Marek, Bouba Aviária e Newcastle. Ao chegarem, todos os animais foram sexados, pesados e distribuídos em unidades experimentais de 1,5 m^2, com densidade de 8 animais/m^2, na proporção de seis machos e seis fêmeas. Todas as unidades foram equipadas com bebedouros e

comedouros do tipo pendular de acordo com as recomendações de idade e aquecedores para fase inicial de criação.

Manejo dos Animais

O programa de luz adotado foi contínuo, com iluminação de 24 horas (natural + artificial). Para controle de temperatura dentro do galpão, nas duas primeiras semanas as cortinas permaneceram fechadas com lâmpadas de aquecimento ligadas durante todo dia. A partir da terceira semana, realizou-se o desligamento das lâmpadas de aquecimento e a abertura das cortinas durante o período de 07:00 às 18:00 horas, quando foram fechadas. O manejo de ração e água foi realizado três vezes ao dia (07:00, 14:00 e 18:00 horas) com reabastecimento de todos os comedouros e troca da água de todos os bebedouros. Durante todo período experimental, os frangos foram alimentados com uma dieta balanceada à base de milho e soja, seguindo as recomendações nutricionais de Rostagno *et al*. (2011) e Manual da Globo Aves (2015), respeitando as três fases de criação, inicial (1-21 dias), crescimento (22-42 dias) e final (43-63 dias). Alimentos e água estavam disponíveis *ad libitum*.

Determinação dos índices de Conforto Térmico

Foram coletados semanalmente da primeira a nona semana, dados de temperatura de bulbo seco (Tbs), temperatura do ar, temperatura de globo negro (Tgn), umidade relativa (UR) e calculou-se a temperatura de ponto de orvalho (Tpo), no interior do galpão em três pontos (início, meio e fim), nos horários 09:00, 15:00 e 21:00 h, totalizando três aferições por horário. A Tbs e UR foram coletadas por meio de termo higroanemômetro do modelo KR-825, da marca comercial Akrom® de forma instantânea e para a coleta da temperatura de globo negro foram instalados dois termômetros de globo negro no galpão, compostos por esferas plásticas pintadas de tinta preta fosca e termômetros de mercúrio (Hg) modelo 5082, da marca Incoterm®, dispostos nas duas extremidades do galpão, na altura de 30 cm da cama.

Para determinação da temperatura do ponto de orvalho utilizou-se a equação: $273{,}15\ [0{,}971452 - (0{,}057904) \log Pp\ \{ta\}]^{-1} - 273{,}15$, em que Pp é a pressão parcial de vapor à temperatura do ar (ta) (Silva, 2000).

A partir da coleta das variáveis climáticas foram calculados os índices de conforto térmico: ITU e ITGU. O índice de temperatura e umidade (ITU) relaciona a temperatura do ar com a umidade relativa foi calculado de acordo com a equação proposta por Thom (1958), da seguinte forma: ITU = Tbs + 0,36 *Tpo +41,5; sendo que a Tbs representa a temperatura de bulbo seco em ºC; e a Tpo representa a temperatura do ponto de orvalho em ºC. O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), que relaciona a temperatura do ar, umidade relativa, velocidade de vento e radiação solar foi calculado de acordo com a equação proposta por Buffington *et al*. (1981), da seguinte forma: ITGU = Tgn + 0,36 *Tpo + 41,5; sendo que a Tgn representa a temperatura de globo negro em °C.

Parâmetros Fisiológicos

Os parâmetros fisiológicos foram avaliados em cada fase de criação (inicial, crescimento e final), nas idades de 21, 42 e 63 dias de idade, que corresponde as idades do final de cada fase de criação. A avaliação foi realizada através das mensurações da temperatura cloacal (TCLO) e temperaturas de superficiais, que foram: temperatura da cabeça (TCAB), temperatura do pescoço (TPESC), temperatura do dorso (TDOR), temperatura da perna (TPER) e temperatura da asa (TASA). Para cada fase de criação as variáveis foram avaliadas em três horários, 09:00, 15:00 e 21:00 horas, utilizando-se 50 aves por horário, escolhidos em diferentes pontos galpão. Para medição da temperatura cloacal foi utilizado o termômetro termistor, Digi-sensi, com ± 0,1°C de precisão, introduzido na cloaca das aves até a estabilização da temperatura. As temperaturas superficiais foram obtidas por meio de termômetro de mira à laser de superfície infravermelho Simpla TI38, com ± 1 °C de precisão, o qual foi direcionado para as regiões específicas com distância perpendicular de 20 cm das aves. A frequência respiratória foi obtida por meio da contagem dos movimentos respiratórios do animal durante 15 segundos, sendo este resultado multiplicado por quatro, de modo a obter o número de movimentos respiratórios por minuto ($mov.min^{-1}$).

Análises Estatísticas

Os dados referentes de temperatura e umidade relativa foram analisados por estatística descritiva considerando os três períodos do dia (manhã, tarde e noite) em

cada semana de criação. Os índices bioclimáticos e parâmetros fisiológicos foram analisados considerando um delineamento experimental inteiramente casualizados com três tratamentos, representados pela variação cíclica do dia (manhã, tarde e noite). Os dados foram submetidos à análise de variância no programa estatístico SISVAR 5.6 (Ferreira, 2008). Médias significativas foram comparadas pelo teste de Tukey e teste F a 5 % de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura média variou de 26 °C a 31,2 °C, sendo a maior temperatura registrada na primeira semana de criação e a menor na oitava semana. Em relação a variável umidade relativa, observa-se que a mesma variou de 63 % a 89 %, sendo o menor valor de umidade relativa registrado na terceira semana e o maior valor na sétima semana (Tabela 1). De acordo com os valores médios de temperatura do ar e umidade relativa apresentados, observa-se que na primeira, segunda e terceira semanas (fase inicial) os animais encontravam-se dentro ou próximos a zona de conforto térmico, que compreende a faixa de temperatura de 30–33 °C na primeira semana e de 27–30 °C na segunda semana e 26-28 °C na terceira semana, com umidade relativa do ar variando entre 50–70 % (Ferreira, 2016).

Tabela 1. Valores médios de temperatura do ar (°C) e umidade relativa (%) durante todo ciclo de produção da primeira a nona semana de criação de frangos de corte linhagem caipira.

Fases	Semanas	Temperatura do Ar (°C)	Umidade Relativa (%)
Inicial	1° Semana	31,2 ± 0,86	65 ± 4,55
	2° Semana	29,0 ± 1,73	67 ± 5,33
	3° Semana	29,5 ± 1,22	63 ± 5,11
Crescimento	4° Semana	28,9 ± 1,55	65 ± 6,44
	5° Semana	28,5 ± 1,38	72 ± 4,77
	6° Semana	28,2 ± 1,17	81 ± 4,56
Final	7° Semana	30,3 ± 1,19	67 ± 6,55
	8° Semana	26,0 ± 0,66	89 ± 5,66
	9° Semana	27,5 ± 1,11	81 ± 2,77

Fonte: Os Autores.

De acordo com estudo realizado por Cassuce *et al*. (2013), as temperaturas de conforto térmico que proporcionam melhor desempenho para frangos de corte, são: na primeira semana de 31,3 °C, na segunda de 26,3 °C a 27,1 °C e na terceira

semana de 22,5 °C a 23,2 °C. Segundo o estudo realizado por Abreu e Abreu et al. (2011), as temperaturas recomendados para criação de frangos de corte nas diferentes fases de criação são: de 32-35 °C de 1 a 7 dias de idade, de 29-32 °C de 8 a 14 dias, de 26-29 ºC de 15 a 21 dias, de 23-26 °C de 22 a 28 dias, de 20-23 °C de 29 a 35 dias e de 20 °C de 35 dias até a idade de abate.

Considerando os estudos apresentados, ao analisarmos os valores médios da temperatura do ar nas fases de crescimento e final, é possível perceber que a partir da quinta semana de criação os animais já se encontravam fora da zona de termoneutralidade estabelecidas. Vários estudos (SANTOS *et al*., 2014; SOUZA *et al.*, 2016; Arcila *et al*., 2018; VESCOVI *et al*., 2020) demonstram que frangos criados fora da zona conforto térmico apresentam desempenho comprometido, com redução do consumo de alimentos, piora no ganho de peso e conversão alimentar, e maior mortalidade.

Em relação aos valores de umidade relativa, segundo Baêta e Souza *et al*. (2010), a faixa ideal para a umidade relativa do ar deve estar entre 50 e 70 %. No entanto, para Abreu e Abreu (2011), independentemente da fase de criação, a umidade relativa deve permanecer entre 60 e 70 %. Logo, de acordo com os registros da umidade do ar apresentados, os valores encontrados estavam próximos da faixa recomendada para o bom desenvolvimento das aves nas semanas iniciais. No entanto, observa-se que na 5°, 6°, 8° e 9° semanas os valores de umidade se comportaram acima do recomendado.

A umidade relativa do ar exerce grande influência no bem-estar e na produtividade dos frangos de corte. A dissipação do calor corporal por meio de processos evaporativos é prejudicada quando as aves são mantidas em ambientes com altas temperaturas do ar associadas com elevada umidade relativa (Baêta e Souza, 2010). Sendo assim, a capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar, isso porque quanto maior o valor da umidade relativa menos eficiente é a perda de calor por evaporação (OLIVEIRA *et al*., 2006). Portanto, é possível afirmar que entre 5° e 9° semana de criação os animais estavam submetidos a estresse térmico por calor, considerando as altas temperaturas e os valores de umidade relativa. De acordo com Oliveira *et al*. (2006), as ações negativas das altas temperaturas sobre o desempenho dos frangos de corte são potencializadas quando estão associadas aos altos índices de umidade

relativa. Dessa maneira, o estabelecimento das faixas de conforto térmico para aves não pode a ser baseado apenas nos valores de temperatura do ar, sendo necessário considerar outras variáveis climáticas, especialmente umidade relativa.

As altas temperaturas registradas nas diferentes fases de criação, associadas aos valores de umidade relativa encontrados no presente estudo influenciaram diretamente no aumento dos valores dos índices de conforto térmico (ITU e ITGU), com é possível observar na tabela 2. Observa-se que os maiores valores ($p<0,05$) dos índices de conforto térmico (ITGU e ITU), foram observados no período da tarde nas três fases de criação (inicial, crescimento e final), enquanto que nos período da noite e manhã os índices se mostraram semelhantes ($p>0,05$) em todas as fases, exceto para o valor do ITU na fase de crescimento, em que o menor ($p<0,05$) índice foi registrado no período da noite.

Tabela 2. Valores de índices de conforto térmico, índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e índice de temperatura e umidade (ITU), considerando os três períodos do dia (manhã, tarde e noite) para as diferentes fases criação.

Fase de Criação	Período	ITU	ITGU
Inicial	Manhã	79,49 ± 1,02 b	78,50 ±0,97 b
	Tarde	83,75 ± 0,31 a	84,46 ± 0,42 a
	Noite	79,19 ± 0,89 b	78,84 ± 0,93 b
Valor P		0,02	0,01
CV (%)		1,72	2,09
Crescimento	Manhã	79,27±0,49 b	78,67 ± 0,72 b
	Tarde	83,32 ±0,07a	84,47 ±0,21 a
	Noite	76,60 ±0,33 c	76,61 ±0,60 b
Valor P		0,00	0,00
CV (%)		0,58	1,25
Final	Manhã	78,05 ± 0,67 b	79,73 ± 0,71 b
	Tarde	82,68 ±0,59 a	84,64 ±0,83 a
	Noite	79,20 ±0,85 b	79,97 ±0,77 b
Valor P		0,01	0,03
CV (%)		1,53	1,81

Fonte: Os Autores.

O índice de temperatura e umidade (ITU) é um índice muito utilizado, porém não é muito confiável por não considerar o efeito da radiação, por esse motivo é preferível o ITGU em que os parâmetros ambientais são mais precisos e completos e

o grau de confiabilidade são adquiridos quando observados as respostas dos animais sejam por meio de parâmetros fisiológicos, comportamentais ou produtivos (MENEAGALLI *et al.*, 2009).

De acordo com Nascimento *et al.* (2011), a zona de conforto para aves de acordo com os valores de ITU podem ser classificadas em zona de conforto com valores entre 64 e 74, zona de alerta e perigo com valores entre 74 a 79 e zona de emergência valores de 79 a 84. Considerando os valores apresentados neste estudo, em todas as fases de criação os animais encontravam-se fora da zona de conforto térmico, estando classificados como zonas de alerta e perigo e emergência. Quando levamos em consideração o período do dia, em todas as semanas avaliadas o período da tarde é classificado na categoria emergência. Estes resultados evidentemente foram influenciados pelas altas temperaturas verificadas no período da tarde, além do efeito da radiação e alta umidade que é característico da região amazônica.

Segundo Medeiros *et al*. (2005), avaliando a influência do ambiente térmico sobre a produtividade de frangos corte, os ambientes de criação podem ser classificados de acordo com os valores de ITGU dá seguinte forma: ambientes frios apresentam temperaturas variando de 16 a 20 °C e ITGU de 59 a 67, ambientes considerados confortáveis as temperaturas variam de 22 a 26 °C e o ITGU de 69 a 77 e os ambientes considerados quentes foram aqueles que a temperatura variou de 32 a 36 °C e o ITGU de 78 a 88. Sendo assim, de acordo com a classificação proposta por Medeiros *et al.* (2005), em todas as fases de criação considerando as médias de ITGU, os animais encontravam-se em ambientes classificado com quente no período da tarde, e em algumas idades no período da noite e manhã os animais encontravam-se em ambiente confortável. Os resultados corroboram com os achados de Dalólio *et al*. (2016), trabalhando com caracterização bioclimática para frangos de corte na região de Diamantina-MG.

Segundo Paulino *et al*. (2019), quando as aves são expostas a condições térmicas fora da zona de conforto, vários mecanismos fisiológicos e comportamentais são acionados para manutenção da homeotermia. Com isso, grande parte da energia que seria utilizada para produção (carne e ovos) é desviada para controle da temperatura corporal. De acordo com Abreu e Abreu (2011), aproximadamente 80 % da energia disponibilizada para as aves é utilizada para manutenção temperatura corporal (homeotermia), restando apenas 20 % para conversão em produção. Se

considerarmos que em condições de estresse térmico por calor ocorre redução da disponibilidade de energia para aves e ao mesmo tempo maior demanda para manutenção da homeotermia, consequentemente a energia disponível para produção torna-se ainda menor, promovendo assim, perdas significativas no desempenho produtivo do animal. Portanto, nestas condições as necessidades energéticas para mantença são alteradas e os ganhos com desempenho produtivo só serão possíveis com redução do custo energético para manutenção da temperatura corporal.

Como consequência do incremento nos índices de conforto térmico, especialmente no período da tarde, todos os parâmetros fisiológicos incluindo temperaturas superficiais e frequência respiratória foram afetados, nas diferentes fases de criação. Na fase inicial, foi possível observar que houve aumento ($p<0,05$) em todas as temperaturas superficiais mensuradas, como também, na frequência respiratória no período da tarde (Tabela 5). Nas fases de crescimento e final observamos comportamento semelhante a fase inicial, em que as maiores ($p<0,05$) temperaturas superficiais foram observadas no período da tarde. De forma semelhante a fase inicial, na fase de crescimento houve aumento ($p<0,05$) na frequência respiratória no período da tarde. A temperatura cloacal não foi afetada ($p>0,05$) em todas as fases, inicial, crescimento e final. Os valores apresentados são considerados normais, de acordo com a literatura, variando de 41-42 °C (WELKER *et al*., 2008).

Tabela 5. Temperatura (°C) cloacal (CLO), cabeça (CAB), pescoço (PESC), dorso (DOR), perna (PER) e de asa (ASA) e frequência respiratória (movimentos/min) de frangos de corte linhagem caipira nas fases inicial (1-21 dias), crescimento (22-42 dias) e final (43-63 dias), considerando os três períodos do dia (manhã, tarde e noite).

Fase Inicial (21 dias)							
Período	TCLO	TCAB	TPESC	TDOR	TPER	TASA	FR
Manhã	41,2a	33,6 a	33,5 b	31,7 b	31,6 ab	37,2 b	58,5 b
Tarde	41,4 a	33,8 a	36,0 a	34,3 a	33,6 a	40,1 a	77,5 a
Noite	41,4 a	33,4 a	35,4 ab	32,8 b	31,0 b	39,1 a	64,8 ab
Valor P	0,12	0,98	0,01	0,00	0,03	0,00	0,01
CV (%)	0,52	8,54	5,25	3,28	6,79	2,59	5,67
Fase de Crescimento (42 dias)							
Manhã	41,6 a	32,8 b	35,7 b	30,6 c	35,3 a	33,8 b	66,8 b
Tarde	41,9 a	36,9 a	36,8 a	34,8 a	35,6 a	37,5 a	96,0 a
Noite	41,7 a	33,7 b	35,9 b	31,7 b	33,7 b	37,2 a	55,6 b
Valor P	0,32	0,00	0,04	0,00	0,05	0,00	0,02
CV (%)	1,91	3,03	4,24	2,59	5,06	4,86	6,25
Fase Final (63 dias)							
Manhã	41,3 a	29,3 b	32,5 b	25,5 b	28,7 b	35,8 b	43,7 a
Tarde	41,1 a	32,5 a	36,7 a	30,4 a	34,7 a	37,9 a	44,4 a
Noite	41,2 a	31,3 a	35,9 ab	28,3 a	30,8 b	37,3 a	46,8 a
Valor P	0,51	0,00	0,01	0,00	0,01	0,04	0,71
CV (%)	1,34	3,45	3,23	5,62	6,56	7,21	10,4

Fonte: Os Autores.

À medida que a temperatura ambiente e a umidade relativa ultrapassam a zona de conforto térmico as avestornam-se mais sensíveis ao estresse calórico, como consequência ocorre prejuízos aos processos de dissipação de calor, promovendo elevação da temperatura corporal da ave (Cândido *et al*., 2020). O aumento das temperaturas superficiais, constituem um dos principais mecanismos fisiológicos utilizados pelas aves em decorrência de condições ambientais desfavoráveis, sendo uma resposta adaptativa que a curto prazo pode auxiliar no processo de perda de calor (Nascimento *et al*., 2014). Segundo Shinder *et al.,* (2007), as diversas regiões corporais das aves podem contribuir, de maneira diferenciada na manutenção da homeotermia, sendo assim classificada sem regiões consideradas vaso regulatórias conservadoras como é o caso das regiões cobertas por penas e as regiões vaso regulatórias com maior poder de dissipação, no caso as regiões desprovidas de

penas, que têm maior contribuição nas trocas entre a superfície corpórea e o ambiente circundante.

De maneira geral, observou-se aumento nas temperaturas do pescoço e da perna no período da tarde em todas as fases de criação, o aumento apresentado era esperado, visto que por serem áreas sem presenças de penas do corpo da ave tende a apresentar aumento rápido no fluxo sanguíneo como resposta as mudanças de temperatura, é necessário ressaltar que no presente estudo foram utilizadas aves da linhagem pescoço pelado (*Label* Rouge), que diferente de outras linhagens de frango caipira apresentam a área do pescoço livre de penas, o que pode ser uma vantagem para esta saves, quando em situações de estresse por calor. O aumento da temperatura nas áreas com ausência de penas, consiste em um mecanismo fisiológico que desvia o fluxo sanguíneo para essas áreas como forma de aumentar a dissipação de calor corporal (Nääs *et al*., 2010). A dissipação de calor através do aumento das temperaturas superficiais consiste em formas sensíveis de troca de calor, através dos processos de condução e convecção, porém tais processos só serão efetivos se houver diferencial de temperatura, entre a superfície animal e o ambiente (Ferreira, 2016).

Quando os mecanismos sensíveis não são mais eficientes para manutenção da homeotermia, em casos de temperaturas mais elevadas as aves acionam os mecanismos latentes ou evaporativos, que no caso das aves ocorre especialmente através das vias respiratórias, devido a ausência de glândulas sudoríparas (Oliveira *et al*., 2016). De fato, neste estudo foi observado nas fases inicial e crescimento o aumento na frequência respiratória no período da tarde, que corresponde ao período com maiores médias dos índices bioclimáticos. Nossos resultados corroboram com os estudos de Cordeiro *et al*., (2014) e Andrade (2017), que trabalharam com diferentes linhagens caipiras sob condições do verão amazônico.

Segundo Bícego *et al*., (2017), o aumento excessivo da temperatura ambiente, pode resultar em um incremento da frequência respiratória, promovendo hiperventilação térmica, esse mecanismo fisiológico pode acarretar em desordem metabólicas, como é caso da alcalose respiratório, que tem como consequência o aumento do pH sanguíneo, devido à alta taxa de eliminação de dióxido de carbono, o que em casos mais graves pode ocasionar a morte do animal, porém tais alterações só ocorreram quando o estresse térmico é mais intenso. A não alteração da frequência

respiratória na fase final criação nos leva acreditar que os animais já se encontravam aclimatados, devido a exposição contínua a condições de desconforto térmico.

É importante destacar que apesar das alterações na frequência respiratória e temperaturas superficiais no período da tarde, observa-se que não houve alteração da temperatura cloacal nas diferentes fases de criação, tal fato demonstra que os mecanismos fisiológicos adotados pelo animal, sejam eles latentes ou sensíveis foram eficientes na manutenção da temperatura corporal, permitindo que animal mantivesse a homeotermia, apesar das alterações nas temperaturas ambientais ao longo do dia. As aves Label Rouge são portadoras do gene Naked Neck (Na) que atribui a esses animais o pescoço com ausência de penas, vários estudos (YAHAV *et al*., 1998; GIVISIEZ *et al.*, 2003) indicam que a presença desse gene estar relacionado a maior resistência ao calor.

De fato, no estudo realizado por Yahav *et al.,* (1998), foi constatado que aves portadoras do geneNa, apresentaram menor variação de temperatura corporal quando comparadas a aves com empenamento normal em exposição a temperaturas de estresse térmico por calor. Dessa forma, é de suma importância levarmos em consideração a escolha de linhagens mais adaptados as diferentes condições ambientais encontradas no Brasil, o que pode determinar o sucesso dentro dos sistemas de produção avícolas, principalmente em pequenas criações, onde o emprego de tecnologias que promovam melhorias nas condições ambientais de criação é mais difícil, devido ao alto custo que isto pode representar.

4. CONCLUSÕES

O diagnóstico bioclimático para a produção de aves de corte linhagem caipira em diferentes períodos do dia mostrou a necessidade de controle do microclima de criação, tanto para aquecimento quanto para resfriamento, para atender as necessidades das aves nas diferentes idades, sugerindo a disponibilização de equipamentos que poderão auxiliar em decréscimos nos índices para avaliação de conforto térmico.

Altas temperaturas associado a alta umidade no período da tarde aumentaram os índices bioclimáticos (ITU e ITGU), resultando em maior desconforto térmico dos animais e promovendo alterações nas temperaturas superficiais e frequência respiratória. Porém, é possível indicar a produção de aves caipiras da linhagem

*Label*Rouge para região amazônica desde que medidas de manejo e alterações do ambiente sejam previstas no planejamento de produção.

5. AGRADECIMENTOS

À Fundação Rondônia de Amparo ao Desenvolvimento das Ações Científicas e Tecnológicas e a Pesquisa no Estado de Rondônia (FAPERO), pelo apoio financeiro para execução da pesquisa. Ao Grupo de Pesquisa em Desenvolvimento da Agropecuário da Amazônia Brasileiro (DAAB), por todo a apoio no desenvolvimento da pesquisa. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão das bolsas de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1-14, 2011

ANDRADE, A. M. F. Respostas fisiológicas e zootécnicas de frangos de corte linhagem caipira criados em condições do verão Amazônico. 2017. 75p. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal). Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2017.

ARCILA, J. C. P. *et al*. Zootechnical and physiological performance of broilers in the final stage of growth subjected to diferente level sofheat stress. **Revista da Facultad Nacional de Agronomía**, v.71, p. 8469-8476, 2018.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. Viçosa: UFV, 2010. 268 p.

BÍCEGO, K. C. *et al*. In: Marcos Macari; Alex Maiorka. (Org.). Fisiologia das Aves Comerciais. São Paulo: FUNEP, 2017. p. 420-463.

BUFFINGTON, D. E. *et al*. Black globe humidity index (BGHI) as comfortequation for dairycows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, p. 711-714, 1981.

CÂNDIDO, M. G. L. *et al*. Effectsofheat stress onpullet cloacal and body temperature. **Poultry Science**, v. 99, p. 2469-2477, 2020.

CASSUCE, D. C. *et al*. Thermal comfort temperature update for broilerchickensupto 21 days of age. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v. 33, p. 28-36, 2013.

CORDEIRO, M. B. *et al*. Avaliação do estresse térmico em frangos caipira criados em condições climáticas do estado do Acre. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, p. 358-365, 2014.

COSTA, J.H.S. *et al*. Efeito do ambiente sobre indicadores fisiológicos na produção de frangos de corte. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, p. 54-58, 2012.

DALÓLIO, F. S. *et al*. Caracterização bioclimática de um galpão experimental de criação de frangos de corte na região de Diamantina-MG. **Revista de Engenharia na Agricultura**, v.24, p. 22-31, 2016.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2008.

FERREIRA, L. *et al*. A fuzzy system for cloacal temperature predictionofbroilerchickens. **Ciência Rural**, v. 42, p. 166-171, 2012.

FERREIRA, R. A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. Viçosa: Aprenda Fácil, 2016. 296p.

GIVISIEZ, P. E. N. *et al*. Incubationandrearing temperature effectson Hsp70 level sandheat stress response in broilers. **Canadian VeterinaryJournal**, v. 83, p. 213-220, 2003.
GLOBOAVES. Manual de manejo Linha Colonial. Cascavel: Globoaves Agropecuária Ltda., 2015.

MEDEIROS, C. M. *et al*. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.1, p.277-286, 2005.

MENEGALLI, I. *et al*. Ambiente térmico e concentração de gases em instalações para frangos de corte no período de aquecimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 984-990, 2009.

NÄÄS, I. A. *et al*. Broiler surface temperature distribution of 42 dayoldchickens. **Scientia Agrícola**, v.67, p. 497-502, 2010.

NASCIMENTO, G. R. *et al*. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 658-663, 2014.

NASCIMENTO, G.R. *et al*. Índice fuzzy de conforto térmico para frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, v. 31, p. 219-229, 2011.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. J. et al. Developmentofanandroid APP tocalculatethermalcomfort indexes onanimalsandpeople. **ComputersandEletronics in Agriculture**, v. 151, p. 175-184, 2018.

OLIVEIRA, P. M. *et al*. Estratégias para minimizar os efeitos de um ambiente térmico adverso para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, p. 739-747, 2016.

OLIVEIRA, R. F. M. *et al*. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 797-803, 2006.

PAULINO, M.T.F. *et al*. Criação de frangos de corte e acondicionamento térmico em suas instalações: Revisão. **Pubvet**, v. 13, p. 1-14, 2019.

ROSTAGNO, H.S. *et al*. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2011. 251p.

SANTOS, G. B. *et al*. Estudo bioclimático das regiões litorânea, agreste e semiárida do estado de Sergipe para avicultura de corte e postura. **Ciência Rural**, v. 44, p. 123-128, 2014.

SHINDER, D. *et al*. Thermoregulatory responses ofchicks (Gallus domesticus) tolow ambiente temperature satanearly Aae. **Poultry Science**, v.86, p. 2200-2209, 2007.

Silva, R. G. Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.

SOUZA, M. *et al*. Thermalcomfort zones for starter meat-typequails. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.16, p. 265-272, 2016.

THOM, E. C. Coolingdegree: dayairconditioning, heating, andventilating. **Transaction of the American Society of Heating**, v. 55, p. 65-72, 1958.

VESCOVI, L. G. *et al.* Performance of chickenproduced in a conventional, climate and dark house system. **Brazilian Journal Development**, v. 6, p. 42176-42184, 2020.

YAHAV, S. *et al*. Thermo regulation in naked neck chickens subjected to different ambient temperatures. **British. Poultry Science**, v.39, p.133-138, 1998.

CAPÍTULO 10

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS RIOS VERDE E DO PEIXE NO DISTRITO INDUSTRIAL DO MUNICÍPIO DE TRÊS CORAÇÕES, MINAS GERAIS

Monike Faustino Laudino
Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade Vale do Rio Verde/UNINCOR
Instituição: Universidade Vale do Rio Verde/Unincor
Endereço: Av. Castelo Branco, 82 - Chácara das Rosas, Três Corações – MG, Brasil
E-mail: monikefaustinol@gmail.com

Peterson Valério Guidi dos Reis
Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade Vale do Rio Verde/UNINCOR
Instituição: Universidade Vale do Rio Verde/Unincor
Endereço: Av. Castelo Branco, 82 - Chácara das Rosas, Três Corações – MG, Brasil
E-mail: petersonguidi@yahoo.com.br

Roberson Ricardo Rangel
Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade Vale do Rio Verde/UNINCOR
Instituição: Universidade Vale do Rio Verde/Unincor
Endereço: Av. Castelo Branco, 82 - Chácara das Rosas, Três Corações – MG, Brasil
E-mail: robersonr3@yahoo.com.br

Luiz Antônio Andriatta AYRES
Graduação em Engenharia Hídrica pela Universidade Vale do Rio Verde/UNINCOR
Instituição: Universidade Vale do Rio Verde/Unincor
Endereço: Av. Castelo Branco, 82 - Chácara das Rosas, Três Corações – MG, Brasil
E-mail: ayreshidrica@yahoo.com.br

Mauricio Cezar Resende Leite Junior
Doutor em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras/UFLA
Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri/UFVJM
Endereço: Avenida Universitária, 1000 – Bairro Universitário, Unaí – MG, Brasil
E-mail: mauricio.leite@ufvjm.edu.br

Hermes Soares Rocha
Doutor em Engenharia de Sistemas Agrícolas pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / ESALQ-USP
Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri/UFVJM
Endereço: Avenida Universitária, 1000 – Bairro Universitário, Unaí – MG, Brasil
E-mail: hermes.rocha@ufvjm.edu.br

Denis Leocádio Teixeira
Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa/UFV
Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri/UFVJM
Endereço: Avenida Universitária, 1000 – Bairro Universitário, Unaí – MG, Brasil
E-mail: denis.teixeira@ufvjm.edu.br

RESUMO: O presente trabalho vem demonstrar que os ecossistemas aquáticos estão sujeitos a diferentes formas de alterações. Essas alterações podem ser ocasionadas de forma natural ou principalmente antrópica. O aumento e as diversificações dos

usos dos recursos hídricos, resultaram em uma multiplicidade de impactos, acarretando grandes pressões aos recursos hídricos, o que ocasiona situações de grande risco a saúde humana e consequentemente comprometimento de sua qualidade. O município de Três Corações - MG foi criado ás margens dos rios Verde e do Peixe, rios estes que sofreram e sofrem alteração em seu estado em decorrência de possíveis fontes poluentes industriais e domésticas. Através destes fatores o presente trabalho, busca a avaliação da qualidade da água destes rios em pontos estratégicos ao longo do Distrito Industrial do município através de alguns parâmetros que apresentam na sua essência o diagnóstico básico sob aspectos físicos, químicos e biológicos, consequentemente, da poluição decorrente da ação industrial no local. Espera-se conseguir avaliar satisfatoriamente a qualidade dos rios e comparar os resultados com as resoluções e padrões de potabilidade pertinentes citadas pela legislação vigente e principalmente pelo seu órgão legislador e executor sendo este representado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Os parâmetros a serem analisados permitirão concluir se os efluentes industriais despejados pelas indústrias nos cursos d'água passam por um tratamento correto e eficiente, com um efluente final de qualidade, apto a se reintegrar ao curso d'água. Após as diversas análises, espera-se também, que a qualidade da água em todos os pontos seja homogênea, principalmente as amostras coletadas amontante e a jusante do Distrito Industrial do município de Três Corações - MG, o que novamente irá comprovar se as indústrias comprometem ou não a qualidade dos recursos hídricos desses dois rios.

PALAVRAS-CHAVE: Análise, Rios, Distrito Industrial.

ABSTRACT: The present work demonstrates that aquatic ecosystems are subject to different forms of changes. These changes can be caused naturally or mainly anthropic. The increase and diversification in the use of water resources, resulted in a multiplicity of impacts, causing great pressure on water resources, which causes situations of great risk to human health and consequently compromises its quality. The municipality of Três Corações - MG was created on the banks of the Verde and Peixe rivers, rivers that have suffered and suffer changes in their state due to possible industrial and domestic polluting sources. Through these factors, the present work seeks to evaluate the water quality of these rivers instrategic points along the Industrial District of the municipality through some parameters that presente in essence the basic diagnosis under physical, chemical and biological aspects, consequently, of pollution due to industrial action on the site. It is hoped to be able to satisfactorily assess the quality of the rivers and compare the results with the relevant resolutions and potability standards cited by the current legislation and mainly by its legislator and executing body, which is represented by the National Environment Council - CONAMA. The parameters to be analyzed will allow to conclude whether the industrial effluents discharged by the industries in the watercourses undergo a correct and efficient treatment, with a final quality effluent, able to reintegrate into the watercourse. After the various analyzes, it is also expected that the water quality at all points will be homogeneous, especially the samples collected upstream and downstream from the Industrial District of the municipality of Três Corações - MG, which again will prove whether the industries compromise or not the quality of the water resources of these two rivers.

KEYWORDS: Analysis, Rivers, Industrial District.

1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos estão sujeitos a diversas formas de alterações, naturais e antrópicas. Essas alterações se dão em decorrência do crescimento populacional concomitante as grandes demandas por suprimentos, aumentando e diversificando o uso da água.

Um dos fatores mais complexos sobre a água e também o grande desafio é o equilíbrio entre a disponibilidade para o consumo humano e a utilização nos mais variados processos humanos e industriais. O uso desordenado dos recursos hídricos pode trazer variadas alterações de seus parâmetros de qualidade

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) através da resolução 357/2005, rege sobre a classificação das águas quanto ao uso, tratamento e níveis de qualidade, avaliado por parâmetros e indicadores específicos. (CONAMA, 2005).

Fazer um estudo sobre a qualidade das águas dos rios Verde e do Peixe, a montante e a jusante do Distrito industrial, a fim de saber se a atividade industrial tem afetado e influenciado na qualidade pré-existente das águas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O Brasil possui grande abundância em recursos hídricos, detendo cerca de 13 % da reserva de água doce no mundo, atingindo assim, papel destaque no que diz respeito aos recursos hídricos. Possuio maior rio em volume de água do mundo, o rio Amazonas, engloba ainda os maiores aquíferos do mundo, o sistema Aquífero Amazonas com uma área de 3,95 km² e Guarani com uma área de 1,2 km². Este último está situado no Sul da América do Sul e cuja maior porção (62 %) está sob o território brasileiro, englobando os estados da região sul, sudeste e parte do centro oeste e possui volume estimado em 37 bilhões de metros cúbicos. No que se refere às águas subterrâneas, (REBOUÇAS, 1988) acrescentam ainda que a reserva de água subterrânea seja da ordem de 112.000 km³.

Tucci (2001) aborda que a produção hídrica média dos rios brasileiros é de 168.790 m³/s. Cabe destacar ainda que conforme a resolução 32 do Conselho Nacionalde Recursos Hídricos e destacado por Porto (2008) o território brasileiro está dividido em regiões hidrográficas, a saber: Amazonas, Atlântico Nordeste Ocidental, Atlântico Nordeste Oriental, Parnaíba, Tocantins-Araguaia, São Francisco,

Atlântico Leste, Atlântico Sudeste, Atlântico Sul, Paraguai, Paraná e Uruguai, conforme disposto na Figura 1.

Figura 1: Divisão em Regiões Hidrográficas no Brasil.

Fonte: CNRH, 2003.

No que se diz respeito aos usos da água, Bicudo *et al*. (2010) relatam que aagricultura é o maior consumidor de água no Brasil consumindo cerca de 68 %, seguidodo abastecimento público com 18 % e indústria com 14 %. Deve-se ainda acrescentar oconsumo da água para geração de energia, haja visto que a água é responsável por gerar 90 % da energia elétrica brasileira ao longo de 517 centrais hidrelétricas espalhadas pelo território nacional. Dado o exposto acima, cabe aqui destacar ainda que a irrigação é o setor que mais consome água no Brasil e no mundo, sendo também o menos eficiente, com taxas de perdas entre 50 e 70 % (FAO, 1998 citado por REBOUÇAS, 2001). Este fato se deve principalmente devido ao setor da agricultura ser a principal pauta de exportação brasileira.

Associado a este fator soma-se ainda a forma como a água é utilizada para irrigação no Brasil, que acaba por contribuir com o aumento do desperdício. Segundo dados da Agência Nacional de Águas em pesquisa conjunta com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) sobre a utilização de pivôs centrais na agricultura, foram identificados à utilização de 18 mil pivôs centrais, ocupando uma área de 1,18 milhões de hectares. Segundo o referido estudo os estados de Minas

Gerais, Goiás, Bahia e São Paulo concentram 80 % dessa área, localizados principalmente nas baciasdos rios São Francisco (350 mil hectares), Parnaíba (300 mil hectares), Grande (100 milhectares) e Paranapanema (90 mil hectares), (ANA, 2015).

Portarias e Legislação Específica sobre o Tratamento da Água

De maneira geral, no Brasil os recursos hídricos possuem uma base legal consistente. O primeiro documento legal que faz referência aos cursos hídricos trata-sedo Código de Águas de 1934. Além do Código de Águas de 1934, destacam-se ainda documentos importantes relacionados ao tratamento e a qualidade da água como as Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 20 de 1986 e nº 357 de 2005, as Portaria nº 518 e nº 2914 do Ministério da Saúde.

Resolução CONAMA nº 20/86

A resolução CONAMA nº20 de 18 de junho de 1986, estabelece a primeira classificação das águas doces, salobras e salinas do território brasileiro de acordo com seu artigo 1º. Esta resolução classifica as águas do território brasileiro em Águas Doces (águas com salinidade igual ou inferior a 0,50 %); Salinas (água com salinidade igual ou inferior a 0,5 % e 30 %) e Salobras (águas com salinidade igual ou superior a 30 %) além de dividir as águas em oito classes.

Qualidade da Água

Diante dos fatos já mencionados sobre a degradação das águas superficiais e subterrâneas, oriundas de diversas fontes, há de se garantir, contudo medidas que visem garantir água com qualidade para satisfazer as necessidades econômicas e sociais da população em geral. Desse modo, realizar o monitoramento da qualidade da água é algo de suma importância para garantir assim o controle ambiental dos mananciais. No que se diz respeito à qualidade das águas, Tucci (2001, p.47) relata que:

> A qualidade das águas depende das condições geológicas e geomorfológicas e de cobertura vegetal da bacia de drenagem, do comportamento dos ecossistemas terrestres e de águas doces e das ações do homem. As ações do homem que mais podem influenciar a qualidade da água: (a) lançamento de cargas nos sistemas hídricos; (b) alteração do uso do solo rural e urbano; (c) modificações no sistema fluvial.

Dado exposto acima, o monitoramento da qualidade da água possibilita aos gestores realizar uma avaliação do quadro ambiental do manancial, podendo assim auxiliar na tomada de decisão. Contudo para realizar o monitoramento da qualidade da água são utilizados indicadores, físicos, químicos e biológicos.

Índice de Qualidade das Águas (IQA)

Além dos parâmetros citados acima, destaca-se a utilização do Índice de Qualidade das Águas (IQA) para fins de uso no abastecimento público. O IQA foi desenvolvido nos Estados Unidos pela National Sanitation Foundation no ano de 1970, passando a ser utilizada também pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) no ano de 1975 (ANA, 2015) e hoje se trata de um dos principais indicadores da qualidade da água no Brasil.

Deve-se salientar que o IQA apresenta algumas limitações uma vez que analisa somente os indicadores de contaminação oriundos do lançamento do esgoto doméstico, deixando de lado a utilização de parâmetros que avaliam os metais pesados, compostos orgânicos, protozoários, dentre outros. O IQA é calculado através da média de nove parâmetros usados para avaliar a qualidade da água, sendo que cada um apresenta um peso que é estabelecido de acordo com sua importância para a avaliação do IQA (Tabela 1).

Tabela 1: Parâmetros analisados pelo IQA

Parâmetro da Qualidade da Água	Peso
Oxigênio Dissolvido (OD)	0,17
Coliformes Termotolerantes	0,15
Potencial Hidrogeniônico (pH)	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	0,10
Temperatura da Água	0,10
Nitrogênio Total	0,10
Fósforo Total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo Total	0,08

Fonte: ANA, 2015. Organizado pela autora.

A partir dos dados obtidos pelo IQA, têm-se a classificação das águas brutas que passaram por tratamento para fins de abastecimento público. O IQA utiliza uma escala de 0 a 100 para classificar os corpos d´água, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2: Escala utilizada pelo IQA para classificar os corpos d´água.

Intervalo	Qualidade
0-19	Péssima
20-36	Ruim
37-51	Aceitável
52-79	Boa
80-100	Ótima

Fonte: Acervo UNESP, s/d. Organizado pelo autor.

Deve-se ainda ressaltar que para fins de avaliação da qualidade da água a CETESB leva em consideração os seguintes parâmetros: Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público (IAP), Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas (IVA) e Índice de Estado Trófico (IET).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Três Corações foi criado ás margens dos rios Verde e do Peixe, rios estes que pelo desenvolvimento de cidades e industrias ás suas margens sofrem alteração em seu estado em decorrência de fontes poluentes.

As variedades de produtos gerados pelas industrias do Distrito Industrial produzem um grande volume de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, afetando direta ou indiretamente os recursos hídricos,uma vez que a grande maioria dessas empresas encontram-se a menos de 30 metros das margens dos rios, realizando o seu abastecimento e descarte nas águas dos mesmos.

Os pontos de amostragem foram escolhidos estrategicamente, realizando-se duas coletas em cada ponto, no período matutino e vespertino, baseados nos seguintes critérios e conforme a Figura 2.

Figura 2: Pontos de Coleta. Ponto 1: Amostra coletada das águas do Rio do Peixe, antes do Distrito Industrial; Ponto 2: Amostra das águas do Rio Verde antes do Distrito Industrial; Ponto 3: Rio Verde após o Distrito Industrial.

Fonte: Os Autores.

As amostras dos pontos a montante do Distrito (Ponto 1 e Ponto 2) serão comparadas com a amostra do ponto a jusante (Ponto 3), identificando se há alteração na qualidade pré-existente dos rios. As amostra foram confrontadas com os padrões limites propostos pela resolução CONAMA 357/2005.

Os parâmetros analisados foram: temperatura, potencial Hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), demanda química de oxigênio (DQO), demanda biológica de oxigênio (DBO), óleose graxas, detergentes e condutividade elétrica.

3. RESULTADOS

As temperaturas, em todos os pontos atenderam aos limites esperados, inferiores a 25 ºC. Os valores de pH estão dentro dos limites da Resolução.

O Oxigênio Dissolvido, notou-se nos pontos a montante, no período matutino, valores estáveis, porém no ponto 3, a jusante, o valor foi inferior, com cerca de 2,3 mg/l. Neste ponto observou-se grande presença de plantas características de ambientes eutrofizados. No período vespertino os valores voltaram a estabilizar em todos os pontos, conforme a Tabela 1.

A Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), no período matutino os pontos a montante obtiveram valores estáveis e o ponto a jusante, obteve valor elevado com

26 mg/l, sendo o limite valores inferiores a 5 mg/l. No período vespertino os parâmetros voltaram a normalizar em todos os pontos.

A Resolução não estabelece um limite adequado para o parâmetro Demanda Química de Oxigênio (DQO), sendo utilizada em conjunto com o OD e DBO. Sendo assim, as amostras a jusante do Distrito Industrial obtiveram valores elevados em relação aos pontos a montante, revelando novamente a influência negativa, do Distrito Industrial sobre as águas dos Rios.

Materiais orgânicos como óleos e graxas não possuem a capacidade de conduzir eletricidade na água, podendo reduzir a condutividade elétrica da água a números próximos a 0. Os reduzidos valores de condutividade elétrica se devem as elevadas concentrações de óleos e graxas em todos os pontos. Apesar dos baixos, os parâmetros de condutividade elétrica em todos os pontos encontraram enquadrados dentro dos valores limites.

A Tabela 1 mostra que os valores de óleos e graxas apresentaram valores elevados, já que a Resolução prevê que estes estejam ausentes.

Os valores dos parâmetros Detergentes é 0,1 mg/l em todos os pontos e se encontra dentro do valor esperado, até 2 mg/l.

Tabela 1: Parâmetros analisados e os limites propostos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Águas Doces - ClasseII.

Parâmetros	**Valor Máximo**	**Ponto1 A**	**Ponto2 A**	**Ponto3 A**	**Ponto1 P**	**Ponto2 P**	**Ponto3 P**
Temperatura ºC	Inferior 25 ºC	19,8	21,2	21	21,5	21	21
pH	Entre 6,0 e 9,0	6,9	6,5	6,4	7,2	6,9	7,1
DQO mg/l	-	7	6	41	5	3	12
DBO mg/l	Até 5 mg/l	2	2	26	2	3	2
OD	Não inferior a 5 mg/L	7,3	7,7	2,3	6,7	7,5	6,7
Óleos e Graxas	Ausentes	72	110	114	109	117	60
Detergentes	Até 2 mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Condutividade Elétrica µs/cm	Até 100 µs/cm	0,050	0,030	0,040	0,050	0,040	0,040

Fonte: Os Autores.

5. CONCLUSÃO

As análises realizadas permitiram notar que alguns parâmetros encontram-se em conformidade com a Resolução 357/05, enquanto outros encontram-se alterados, como mostra a Tabela 1, revelando a real influência do Distrito Industrial no meio ambiente em que está inserido.

Estas oscilações revelam o poder de auto depuração do Rio, que é a capacidade de estabelecer estabilização das cargas poluidoras lançadas. É fundamental realçar, que tais alterações são frutos das falhas e falta de compromisso dos Sistemas de Gestão e Planejamento dos mais diversos ramos industriais e da sociedade.

Torna-se indispensável um estudo complementar, envolvendo outras variáveis para atestar com precisão as fontes poluentes, pontuais e difusas.

Por fim, para aferir qualidade aos Recursos Hídricos é necessário o monitoramento contínuo, e algumas medidas como o tratamento de efluentes industriais e domésticos, recuperação de matas ciliares e programas sócios educativos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Atlas Brasil.Panorama Nacional Volume 1. Abastecimento Urbano de Água, 2015.

BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUESTUHL, M. C. B. Síntese.In: BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHI, M. C. B., orgs. Águas do Brasil: análises estratégicas. São Paulo:Instituto de Botânica, 2010. p. 219 – 221.

BRASIL.Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

_______. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004.Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 mar. 2004. Seção 1, p. 266-270.

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hidricos. Disponível em:www.cnrh.gov.br

CONAMA. *Conselho Nacional de Meio Ambiente*. Resolução CONAMA 357/05, de 17 de marco de2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento bem como estabelece condições padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. Disponível em:< http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf >

PORTO, M. F. A; PORTO, R. L. L. Gestão de Bacias Hidrográficas. Estudos Avançados. Vol. 22, n.63.São Paulo, 2008.

REBOUÇAS, A. C. Água e Desenvolvimento Rural. Estudos Avançados. Vol. 15, n. 43. São Paulo, 2001.

REBOUÇAS, A. C.1988. Ground water in Brazil.Episodes 11(3): 209-214. TUCCI, C. E. M. Gestão da água no Brasil. Brasília: UNESCO, 2001. 156p. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO. Acervo Digital. Redefor Módulo IV. Disciplina 08. Tema 1. Box 1.

CAPÍTULO 11

EFEITO DOS METABÓLITOS E EXTRATOS DE *PISOLITHUSMICROCARPUS* NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO MORANGO

Maria Luz d'Alma Reis Olher
Técnica em Enfermagem - Campus Rio Pomba/IF Sudeste MG. Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG - Campus Rio Pomba), Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos.
Endereço: Av. Dr. José Sebastião da Paixão - Lindo Vale, Rio Pomba/MG, Brasil.
CEP: 36180-000
E-mail: maria.olher@ifsudestemg.edu.br

Danielle Cunha de Souza Pereira
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Instituto Federal do Espírito Santo (IFES - Campus Venda Nova do Imigrante), Coordenadoria de Agroindústria.
Endereço: Av. Elizabeth Minete Perim, 500. Venda Nova do Imigrante/ES, Brasil.
CEP: 29375-000
E-mail: danielle.pereira@ifes.edu.br

Maurilio Lopes Martins
Doutor em Microbiologia Agrícola. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG - Campus Rio Pomba), Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos.
Endereço: Av. Dr. José Sebastião da Paixão - Lindo Vale, Rio Pomba-MG, Brasil.
CEP: 36180-000
E-mail: maurilio.martins@ifsudestemg.edu.br

Eliane Maurício Furtado Martins
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG - Campus Rio Pomba), Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos.
Endereço: Av. Dr. José Sebastião da Paixão - Lindo Vale, Rio Pomba-MG, Brasil.
CEP: 36180-000
E-mail: eliane.martins@ifsudestemg.edu.br

André Narvaes da Rocha Campos
Doutor em Microbiologia Agrícola. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG - Campus Rio Pomba), Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos.
Endereço: Av. Dr. José Sebastião da Paixão - Lindo Vale, Rio Pomba-MG, Brasil.
CEP: 36180-000
E-mail: andre.campos@ifsudestemg.edu.br

RESUMO: O morangueiro é uma cultura importante em vários países, sobretudo no Brasil, por suas características sensoriais, nutricionais e por sua rentabilidade. Contudo sua comercialização é limitada pela rápida deterioração pós-colheita em decorrência da elevada taxa respiratória, a suscetibilidade às lesões mecânicas e, principalmente, a deterioração causada por fungos. O objetivo deste trabalho foi

avaliar a utilização de metabólitos e extratos do fungo ectomitorrízicoP. microcarpus para o controle do fitopatogênico B. cinerea em morangos na pós-colheita. Após seleção, uniformização e sanitização, metabólitos de P. microcarpus, produzidos a partir do crescimento micelial em meio de cultura líquido Batata-Dextrose (BD) e extratos de micélios, produzidos a partir da maceração dos micélios de P. microcarpus em solução de etanol 50 %, foram aplicados em morangos. Os morangos foram divididos em 6 grupos, sendo cada grupo submetido a um tratamento: metabólito PIS10, metabólito PIS13, extrato PIS10, extrato PIS13, dH2O e controle (sem nenhum tratamento). Os tratamentos foram aplicados por imersão dos respectivos frutos por 10 minutos, sendo em seguida drenados e secos por 1 hora. Posteriormente, foi aplicado solução de conídios de B. cinerea contendo 2.105 conídios mL-1, por aspersão, sendo os frutos acondicionados em embalagens PET, envolvidos em filme de PVC e mantidos sobre refrigeração a 12 °C ± 0,2 °C e a temperatura ambiente 22 °C ± 2 °C, por 6 dias. Foram avaliadas as características físicas, colorimétricas, firmeza da polpa, sólidos solúveis totais (SST) - °Brix, pH e acidez total titulável, nos tempos 0, 3 e 6 dias de armazenamento. Verificou-se que os metabólitos de PIS13 e os extratos de PIS10, auxiliaram na manutenção dos frutos armazenados sob refrigeração, mantendo a firmeza da polpa, a coloração vermelha brilhante e inibição do crescimento fúngico, conservando a aparência para critérios de comercialização até o 6º dia. Conclui-se que metabólitos e extrato de Pisolithus são alternativas promissoras para o controle biológico de podridões causadas por Botrytiscinerea.
Palavras-chave: Botrytiscinerea, controle alternativo, Fragaria x ananassaDuch

ABSTRACT: Strawberry is an importante crop in several countries, especially in Brazil, dueto its sensory, nutritional characteristics and profitability. However, its commercialization is limited by therapid post-harvest deterioration dueto the high respiratory rate, the susceptibility to mechanical injuries and, mainly, the deterioration caused by fungi. The objective of this work wasto evaluate the use of metabolites and extracts of the ectomytorrhizalfungusP. microcarpus for the control of the phytopathogenicB. cinerea in strawberries postharvest. After selection, standardization and sanitization, P. Microcarpus metabolites, produced from my celialgrowth in liquid culture médium Potato-Dextrose (BD) and my celium extracts, produced from the macerationofP. Microcarpus my celium in etanol solution 50 %, were Applied to strawberries. The strawberries were divided into 6 groups, with each group under going a treatment: metabolite PIS10, metabolite PIS13, extract PIS10, extract PIS13, dH2O and control (withoutanytreatment). The treatments were applied by immersing the respective fruits for 10 minutes, after which They were drained anddried for 1 hour. Subsequently, B. Cinereaconidia solution containing 2.105 conidia mL-1wasappliedbyspraying, the fruits being packed in PET packaging, wrapped in PVC filmand keptunder refrigeration at 12 °C ± 0.2 °C and atroom temperature 22 °C ± 2 °C, for 6 days. The physical, colorimetric characteristics, firmness of the pulp, total soluble solids (TSS) - ° Brix, pH and total titratable acidity were evaluated at 0, 3 and 6 days of storage. It was found that the PIS13 metabolites and PIS10 extracts, helped to keep the fruits stored under refrigeration, maintaining the firmness of the pulp, the brightred color and inhibition of fungal growth, preserving the appearance for commercialization criteriauntil the 6th day. It is concluded that Pisolithus metabolites and extract are promising alternatives for the biological control of Botrytiscinerea.

PALAVRAS-CHAVE: Botrytiscinerea, alternative control, Fragaria xananassaDuch

1. INTRODUÇÃO

O morangueiro pertence à família das Rosáceas, ao gênero Fragaria e à espécie Fragaria xananassaDuch. A parte comestível é formada por um receptáculo carnoso e suculento, de coloração vermelho brilhante, formando um pseudofruto. Os frutos verdadeiros são os aquênios, estruturas diminutas, que contêm as sementes presas ao receptáculo. O morango é produzido e apreciado em várias regiões do mundo, sendo uma das espécies de grande importância econômica entre os frutos, por seu alto consumo mundial (FIGUEIREDO *et al*., 2010).

O morango possui fibras, alto conteúdo de água, vitamina C e minerais, sendo importante fonte de antioxidantes associado aos compostos fenólicos, antocianinas, flavonoides e polifenóis (Giampieri *et al*., 2012). Estudos recentes demonstraram que uma dieta com ingestão diária de morangos é capaz de exercer efeitos benéficos na saúde humana, reduzindo o risco de doenças cardiovasculares (ALVAREZ-SUAREZ *et al*., 2014).

Os consumidores apreciam a coloração, o aroma, o sabor e as propriedades nutritivas do morango, o que aumenta o seu apelo à comercialização. O maior consumo de morango ocorre na forma in natura, mas pode ser industrializado de como geleia, caldas, polpas para sucos, iogurtes e sorvetes (GIMÉNEZ; ANDRIOLO; GODOI, 2008).

A comercialização in natura do morango é limitada pela rápida deterioração pós-colheita em decorrência da elevada taxa respiratória, a suscetibilidade à lesão mecânica, a perda de água e a deterioração causada por fungos (BAUTISTA-BAÑOS *et al*., 2003). As perdas por podridões podem chegar a níveis de 20 a 40 % do total de frutos comercializados em poucos dias e, os principais responsáveis por essa rápida deterioração, são os fungos dos gêneros Botrytis, Penicillium, Phomopsise Rhizopus (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2009).

Diante das dificuldades para a comercialização do morango, muitos pesquisadores têm se dedicado ao desenvolvimento de tecnologias para a manutenção dos frutos em condições adequadas de comercialização na pós-colheita, como a aplicação de baixas temperaturas (ANTUNES; DUARTE FILHO; SOUZA, 2003), a utilização de atmosfera controlada (Vicente *et al*., 2003), o pré-tratamento com pressões hipobáricas antes do armazenamento (Hashmi *et al*., 2013), a utilização de óleos essenciais (LORENZETTI, 2012) e de extratos naturais (CUZZI, 2013) e a

utilização de metabólitos fúngicos (VINALE *et al*., 2008). Entretanto, a utilização de metabólitos provenientes de fungos ectomicorrízicos é uma estratégia pouco explorada e merece atenção pelo seu alto potencial de inibição do crescimento fúngico (ABREU, 2012).

Metabólitos microbianos constituem diversificado número de compostos com atividades biológicas. Muitos dos produtos atualmente utilizados para consumo humano, ou terapias animais, são produtos de origem microbiana ou são derivados químicos de um produto microbiano. Desta forma, as substâncias bioativas continuam a ser identificadas a partir de fontes microbianas (DONADIO *et al*., 2002).

De acordo com Vinale *et al*., (2008), muitas espécies microbianas são reconhecidamente produtoras de metabólitos secundários voláteis e não-voláteis, os quais apresentam amplo espectro de ação antimicrobiana, com envolvimento de linhagens de espécies fúngicas na ativação de mecanismos de defesa da planta e na regulação do crescimento vegetal.

Diversas estratégias podem ser utilizadas para prolongar a vida pós-colheita de morangos. Entretanto, a maioria delas são de alto custo ao produtor e/ou comerciante. Calegaro; Pezzi; Bender (2002) afirmaram que o morango pode ser armazenado por 5 a 7 dias na temperatura de 0 ºC. Entretanto, para o armazenamento prolongado, somente a redução da temperatura não é o suficiente para manter boa qualidade, sendo necessário usar também outras técnicas como atmosfera modificada ou controlada, o uso de altas pressões parciais de CO2, dentre outras.

Neste contexto, este trabalho objetivou avaliar o potencial de inibição de metabólitos e extratos do fungo ectomitorrízicoP. microcarpusno controle do fitopatogênico B. cinerea na pós-colheita do morango, baseando-se na ação de antagonismo a este fitopatógeno.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada no Laboratório de Microbiologia do Solo e no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba.

2.1 OBTENÇÃO DOS METABÓLITOS

O fungo ectomicorrízicoP. microcarpus, isolados PIS10 e PIS13, foi cultivado individualmente em frascos Erlenmeyer contendo 150 mL de meio de cultura líquido

Batata-Dextrose (BD). Foi adicionado aos frascos, 7 discos de ágar de 1,3 cm de diâmetro contendo micélio ativo do fungo ectomitorrízico. Estes foram mantidos em repouso, à temperatura ambiente (25±2 °C), armazenados ao abrigo da luz por 50 dias.

Após este período, os micélios foram retirados com auxílio de pinça anatômica, o meio de cultura contendo metabólito obtido foi filtrado em papel filtro de 150 mm de diâmetro e 0,2 mm de espessura, para separação das partes sólidas. Posteriormente, foram transferidos para frasco Schott autoclavados e armazenados sob refrigeração a 4 °C.

2.2 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS

Os isolados PIS10 e PIS13, foram cultivados individualmente em meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA), sobre papel celofane. Foi inoculado um disco de ágar de 1,3 cm de diâmetro contendo micélio de P. microcarpus no centro da placa de Petri, e incubado por 30 dias a temperatura ambiente (25±2 °C), ao abrigo da luz. Após este período o fungo Pisolithus foi macerado em 37,5 mL de solução de etanol 35 %/g de micélio. Este macerado foi mantido em repouso, sobre refrigeração, por 48h com objetivo de liberar as substâncias intracelulares e após este período, para a separação do macerado e meio líquido, a amostra foi filtrada em papel filtro de 150 mm de diâmetro e 0,2 mm de espessura. O etanol foi removido da amostra em rota evaporador para obtenção do extrato. Posteriormente, os extratos foram transferidos para frascos Schott autoclavados e armazenados sob refrigeração a 4 °C.

2.3 OBTENÇÃO DOS MORANGOS

Os morangos foram adquiridos em lavoura comercial, localizada no município de Barbacena – MG, Brasil, altitude 1.164 metros, latitude 21º13'33" sul e longitude 43º46'25" oeste, mesorregião do Campo das Vertentes.

Utilizou-se morangos da cultivar Albion, por apresentar sabor, firmeza e teor de sólidos solúveis mais elevado que as demais cultivares e por apresentar resistência ao ataque de vários fungos fitopatógenos tornando-a mais resistente ao transporte e danos mecânicos (GONÇALVES et al., 2016). Albion é uma planta de dia “neutro”, sendo assim definida em virtude da insensibilidade da mesma às variações de fotoperíodo. As cultivares desse grupo apresentam a capacidade de produzir frutos de qualidade durante todo o ano, com poucos picos em decorrência das variações

climáticas (GONÇALVES *et al*., 2016; PEREIRA *et al*., 2013; OLIVEIRA; NINO; SCIVITTARO, 2005).

2.4. AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE P. MICROCARPUS SOBRE B. CINEREA EM FRUTOS MORANGO

Os tratamentos com os metabólitos e extratos de P. microcarpus que apresentaram atividade antifúngica foram utilizados em ensaios de inibição diretamente nos frutos sãos e inoculados com suspensão de conídios do fungo B. cinerea. Neste ensaio foi avaliada a presença de sinais e sintomas de doença, bem como as características físico-químicas dos frutos.

2.4.1. APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS COM METABÓLITOS E EXTRATOS NOS MORANGOS

A aplicação dos tratamentos foi realizada por meio da técnica de imersão em solução contendo os metabólitos e extratos de P. microcarpus, isolados PIS10 e PIS13. Como controle, foi realizada a imersão em água destilada, bem como foram avaliados frutos sem nenhum tipo de tratamento. Para todas as metodologias, foram empregadas três repetições em um delineamento inteiramente casualizado. Foi realizada análise da aparência física dos frutos, características colorimétricas, firmeza da polpa e análises físico-químicas após 0, 3 e 6 dias da aplicação dos tratamentos.

2.4.2. COLHEITA, RESFRIAMENTO E RECEPÇÃO DOS FRUTOS

A colheita foi realizada por meio do corte do pedúnculo, no dia anterior ao experimento, no período da manhã. Durante a colheita, os frutos foram selecionados de acordo com a uniformidade de tamanho e cor (¾ de coloração vermelha). Foram colocadas 8 unidades em embalagens do tipo canaleta de polietileno tereftalato (PET) e envolvidas com filme de Policloreto de polivinila (PVC). Em seguida, as embalagens foram acondicionadas em caixa térmica e mantidas à temperatura de 6 °C até a chegada ao laboratório. Posteriormente foram acondicionados em refrigerador a 8 °C, até a realização do experimento.

2.4.3. SELEÇÃO, SANITIZAÇÃO E ENXAGUE

Os frutos foram selecionados de acordo com a ausência de injúrias mecânicas e fisiológicas e com 50 – 75 % da superfície de cor vermelho brilhante, conforme recomendação de Cantillano (2010). Os considerados fora do padrão de maturação, ou com ferimentos, foram descartados. Realizou-se a sanitização dos frutos em solução clorada a 100 mg/L de cloro ativo a 12 °C por 10 minutos, para desinfestação

microbiana (MORAES *et al.*, 2008). Em seguida, os frutos passaram por enxágue em água destilada a 12 °C por 5 minutos e drenados em tela de “nylon” sobre papel toalha.

2.4.4. APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS DE ECTOMICORRÍZICOS NOS MORANGOS E INOCULAÇÃO DO FITOPATOGÊNICO

Para aplicação dos tratamentos nos morangos, os metabólitos e extratos do fungo ectomicorrízico foram acondicionados em béqueres de 2L a 12 °C. Os frutos foram mantidos imersos por 10 minutos de modo a serem totalmente cobertos pelo líquido.

Após a imersão, os frutos foram drenados em tela de “nylon”, à temperatura ambiente, por 1 hora. Posteriormente, foi aplicada solução de B. cinerea contendo 2. 105 conídios/mL. Para obtenção dos conídios, procedeu-se o enxague de colônias esporuladas de B. cinerea utilizando 5 mL de água destilada, contendo 0,05 % (v v-1) de Tween 80. A suspenção conidial obtida foi transferida para tudo de ensaio e a concentração foi ajustada para 2.105 conídios/mL, com o uso de Câmara de Neubauer (ANTONIOLLI *et al.*, 2011). Para inoculação da solução nos frutos, utilizou-se a técnica de aspersão, o equivalente a 3 mL por tratamento. Aguardou-se 1 hora para os frutos estarem completamente secos. Em seguida, estes foram acondicionados em embalagens plásticas, envolvidas em filme de PVC e mantidos sobre refrigeração a 12 ± 0,2 °C e temperatura ambiente 22 ± 2 °C, por 6 dias.

Para o controle, foi realizada a imersão de frutos em água destilada, sendo uma parte dos frutos não imerso em nenhum tratamento, havendo, portanto, dois controles. Posteriormente, foi aplicada a solução contendo B. cinerea na concentração 2. 105 conídios/mL, com o objetivo de observar a degradação dos frutos pela atuação do fitopatógeno. Os morangos foram acondicionados nas embalagens plásticas envolvidas com filme de PVC 15µ e mantidos sobre refrigeração de 12 ± 0,2 °C e a temperatura ambiente de 22 ± 2 °C, por 6 dias.

2.4.5. AVALIAÇÃO DA APARÊNCIA, COR, TEXTURA E DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS FRUTOS

Todas as características foram avaliadas após os tratamentos com os metabólitos e extratos fúngicos entre os dias 0, 3 e 6 dias de armazenamento.

2.4.5.1. APARÊNCIA GERAL DOS FRUTOS

Para avaliar a aparência física dos morangos, foi utilizada a escala de nota, atribuindo os seguintes valores: 4,5 a 5 = ótimo – Sem sinais ou sintomas de doenças,

túrgido, com cor característica e sem ferimentos; 3,7 a 4,4 = bom – Sem sinais ou sintomas de doenças, túrgido, com cor característica e poucos ferimentos; 2,6 a 3,6 = regular – Sem sinais ou sintomas de doenças, pouca turgidez, com cor característica e com ferimentos; 1,1 a 2,5 = ruim – Com sinais ou sintomas de doenças, sem turgidez, sem cor característica e com degradação enzimática; ≥ 1 = péssimo – Com sinais e sintomas de doença, sem turgidez, sem cor característica, com presença de mofo cinzento e formação de exsudado. As notas foram atribuídas para dois morangos retirados aleatoriamente de cada repetição. Morangos com nota ≤ 2,5 foram considerados impróprios para a comercialização (CUNHA JUNIOR *et al*., 2012).

2.4.5.2. CARACTERIZAÇÃO COLORIMÉTRICA

A cor foi determinada com auxílio de colorímetro KONICA MINOLTA (modelo CR-10). Foi considerada a média das leituras diretas de refletância em três regiões aleatórias dos frutos. Empregou-se a escala CIELAB (L*, a*, b*), sendo que L* define a luminosidade e varia de 0 a 100 (0 = preto e 100 = branco); a* e b* indicam as coordenadas cromáticas, onde a* (negativo = verde e positivo = vermelho) e b* (negativo = azul e positivo = amarelo). A intensidade da coordenada C* (Croma) que representa a saturação da cor ou a intensidade, sendo que, quanto mais forte e brilhante for a cor, mais afastado está da origem das coordenadas e o ângulo hº (Hue) que corresponde à tonalidade. Ambos foram determinados segundo Lawless; Heymann (2010) e Sanjinez-Argandoña; Chuba (2011) respectivamente, sendo calculados de acordo com as Equações (1) e (2):

$$C^* = [(a^*) + (b^*)]-1/2 \quad (1)$$

$$h^\circ = \text{arctang}\ (b^*/a^*) \quad (2)$$

2.4.5.3. FIRMEZA DA POLPA

A firmeza da polpa dos frutos foi determinada com auxílio de penetrômetro manual da marca IMPAC (modelo FR-5120 Lutron), introduzindo-se ponteira de 6 mm de diâmetro perfurando-se cada fruto em três pontos opostos na região equatorial. O resultado médio das três durezas indicadas no painel digital foi expresso em Newtons (N).

2.4.5.4. TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS, PH E ACIDEZ TITULÁVEL

Para determinar o teor de sólidos solúveis totais (SST), foi utilizado refratômetro digital ATAGO (modelo PAL-α), com escala graduada de 0 a 85 °Brix. Para a análise, foi retirado aproximadamente, 1 mL de polpa do morango e colocada no leito do

aparelho e a leitura foi expressa em °Brix, segundo método n° 932.14 da AOAC (2016).

O pH foi determinado em potenciômetro da marca MS TECNOPON (modelo mPA-210), a partir de extratos aquosos, obtido da pesagem de 10 g de cada polpa e acrescido de 90 mL de água destilada, segundo método nº 981.12 da AOAC (2016).

A avaliação da acidez total titulável, foi realizada mediante a titulação com NaOH a 0,1 N e fator de correção 1,026558 dos extratos aquosos da polpa, determinada e calculada por volumetria potenciométrica, a partir do volume em mililitros gastos de NaOH 1 N até pH 8,2. O resultado foi expresso em ácido cítrico, segundo método nº 943.03 da AOAC 2016).

2.5. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi preparado em esquema fatorial 6x3x2, sendo seis tratamentos com antifúngicos, três repetições e duas temperaturas (sob refrigeração de 12 °C e temperatura ambiente), em delineamento inteiramente casualizado (GOMES, 2009). As análises foram realizadas nos frutos nos tempos 0, 3 e 6 dias e os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade, utilizando o software estatístico R, versão 3.2.1 (R CORE TEAM, 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se efeito significativo ($p < 0,05$) da refrigeração, do tratamento e do tempo de armazenamento dos frutos para as características visuais, expresso pelo escore de nota, e para a firmeza. Observou-se efeito ($p < 0,05$) da refrigeração e do tempo para a coordenada de cor “a*” e “b*” e efeito apenas da refrigeração para a coordenada “C*” (Tabela 1). Não foi observada diferença estatística ($p > 0,05$) entre os tratamentos para o parâmetro de cor “L*”, pois os frutos mantiveram a luminosidade durante todo o experimento, entre 27,85 a 31,08. Adicionalmente, não houve diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos quanto à acidez titulável que se manteve entre 2,97 a 3,23 g de ácido cítrico (%). Verificou-se interação significativa ($p < 0,05$) entre refrigeração e tratamento para sólidos solúveis totais (°Brix); refrigeração e tempo para os componentes de cor “b*” e “h*” e para sólidos solúveis totais (°Brix). A interação tripla ($p < 0,05$) entre refrigeração, tratamento e tempo foi observada para pH (Tabela 1).

Tabela 1. Quadrado médio da análise de variância do aspecto visual dos morangos[1].

Fatores de variação	G.L.	Nota	L*	a*	b*	C*	h*	Firmeza (N)	SST (°Brix)	pH	ATT (%Ac. Cítrico)
Refrigeração	1	48,07 *	0,11 ns	23,09 *	46,77 *	8,94 *	25,33 *	18,05 *	23,74 *	0,09 ns	0,11 ns
Tratamento	5	3,62 *	0,63 ns	1,87 ns	1,33 ns	1,33 ns	0,43 ns	3,08 *	2,32 *	0,39 ns	1,97 ns
Tempo	1	31,45 *	1,59 ns	47,29 *	5,18 *	1,50 ns	8,64 *	19,81 *	14,71 *	7,25 *	1,7 ns
Refrigeração*Tratamento	5	0,58 ns	0,24 ns	1,25 ns	0,29 ns	0,80 ns	1,77 ns	0,80 ns	3,17 *	0,81 ns	1,82 ns
Refrigeração*Tempo	1	1,08 ns	2,12 ns	0,01 ns	4,4 *	0,53 ns	9,16 *	0,31 ns	5,73*	3,06 ns	2,33 ns
Tempo*Tratamento	5	1,97 ns	2,22 ns	2,00 ns	0,7 ns	0,87 ns	0,38 ns	1,74 ns	0,52 ns	1,88 ns	1,05 ns
Refrigeração*Tratamento*Tempo	5	0,51 ns	1,12 ns	0,79 ns	0,15 ns	1,01 ns	0,74 ns	1,62 ns	0,67 ns	2,65 *	2,03 ns
Shapiro-Wilk (p-valor)	-	0,2	0,87	0,23	0,98	0,00	0,82	0,1	0,47	0,88	0,73

G.L. Graus de liberdade. Nota: 4,5 a 5 = ótimo – Sem sinais ou sintomas de doenças, túrgido, com cor característica e sem ferimentos; 3,7 a 4,4 = bom – Sem sinais ou sintomas de doenças, túrgido, com cor característica e poucos ferimentos; 2,6 a 3,6 = regular – Sem sinais ou sintomas de doenças, pouca turgidez, com cor característica e com ferimentos; 1,1 a 2,5 = ruim – Com sinais ou sintomas de doenças, sem turgidez, sem cor característica e com degradação enzimática; ≥ 1 = péssimo – Com sinais e sintomas de doença, sem turgidez, sem cor característica, com presença de mofo cinzento e formação de exsudado. L*, luminosidade; a* e b*, coordenadas cromáticas; C*, cromaticidade; h*, ângulo hue. N – Newton. SST – Sólidos Solúveis Totais. ATT – acidez total titulável. * Significativo pelo teste F à 0,05 % de probabilidade; ns – não significativo pelo teste F à 0,05 % de probabilidade.

[1] Expresso em escore, das características colorimétricas, firmeza de polpa expressa em Newtons, sólidos solúveis totais (ºBrix), pH, acidez titulável expressa em porcentagem de ácido cítrico dos morangos tratados ou não com metabólitos fúngicos, armazenados à 12 ± 0,2 °C ou 22 ± 2 °C por 6 dias.

3.1 EFEITO DOS TRATAMENTOS COM METABÓLITOS E EXTRATOS DE P. MICROCARPUS, DA TEMPERATURA E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NO ASPECTO VISUAL DOS MORANGOS

Constatou-se que a temperatura de refrigeração conservou a aparência dos frutos. A temperatura é um fator que atua na preservação dos frutos ao longo do tempo. Os frutos armazenados sobre refrigeração mantiveram maior firmeza de polpa, intensidade de brilho e ausência de podridões fúngicas até o 6º dia de armazenagem, exceto para o tratamento controle que apresentou crescimento micelial no 4º dia de armazenagem.

Segundo Brecht *et al*., (2003), a refrigeração atua reduzindo a velocidade das reações químicas e enzimáticas do próprio fruto e contribuem para reduzir a atividade microbiana, preservando a qualidade do fruto.

Observou-se que houve preservação das características físicas com a manutenção da nota de 4,03, representando 82 % da nota dos frutos frescos (0 dias de armazenamento), mantendo-os em boas condições de comercialização até o 6º dia (Tabela 2).

Tabela 2. Escala de notas do aspecto visual de morangos tratados ou não com metabólitos fúngicos, armazenados sob refrigeração (12 °C ± 0,2 °C) e temperatura ambiente (22 °C ± 2 °C) por 6 dias.

Tratamentos	Nível	Escala de nota
Temperatura de armazenamento	12 oC	4,03 a
	22 oC	2,79 b
Extratos e metabólitos fúngicos	PIS10Ext	3,92 a
	PIS13Ext	3,27 b
	PIS10Met	3,29 b
	PIS13Met	3,92 a
	Controle	3,08 b
	dH2O	2,92 b
Tempo de armazenamento (dias)	0	4,92 a
	3	3,92 a
	6	2,90 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 5 % de probabilidade. Nota: 4,5 a 5 = ótimo – Sem sinais ou sintomas de doenças, túrgido, com cor característica e sem ferimentos; 3,7 a 4,4 = bom – Sem sinais ou sintomas de doenças, túrgido, com cor característica e poucos ferimentos; 2,6 a 3,6 = regular – Sem sinais ou sintomas de doenças,

pouca turgidez, com cor característica e com ferimentos; 1,1 a 2,5 = ruim – Com sinais ou sintomas de doenças, sem turgidez, sem cor característica e com degradação enzimática; 0 a 1 = péssimo – Com sinais e sintomas de doença, sem turgidez, sem cor característica, com presença de mofo cinzento e formação de exsudado.

Os frutos mantidos a temperatura ambiente por 6 dias apresentaram redução de 55 % em sua nota, quando comparados aos resultados observados para os frutos frescos, obtendo 2,79 do aspecto global (Tabela 2). A temperatura de 12 °C manteve a firmeza dos frutos, turgidez, coloração vermelha-brilhante e maior resistência a podridões causadas por B. cinerea. Resultado semelhante foi encontrado por Han et al. (2004) no revestimento com quitosana em morangos, mantidos a 2 °C por uma semana. Houve redução do desenvolvimento fúngico e não afetou o aspecto de cor dos frutos que receberam nota entre 4 a 5 nos atributos de resistência microbiana, cor e firmeza. Lee *et al*. (2003) obteve nota entre 3,8 a 4,8 para cor e firmeza da polpa, no revestimento comestível de cloreto de cálcio em diferentes concentrações, acrescido de agente antimicrobiano em maçãs minimamente processadas, mantidas a 3 °C por 14 dias. A adição de agentes antimicrobianos às soluções de revestimento comestível, diminuiu o desenvolvimento fúngico.

Extrato de PIS10 e metabólito de PIS13 mostraram-se mais eficientes na conservação dos frutos, mantendo seu escore relativo às características físicas e inibição do fitopatogênico em até 78,4 % (nota ≥ 3,7) em relação aos frutos frescos (Tabela 2). Estes resultados demonstram que os extratos e metabólitos de Pisolithus são alternativas promissoras e potenciais para o controle biológico de podridões pós-colheita de morangos.

Resultados igualmente eficientes foram relatados por Antoniolli et al., (2011) e Sanhueza *et al*., (1996). Os microrganismos, Bacillus amyloliquefaciens, Curtobacterium pusillum e Saccharomyces cerevisia e inoculados em pré-colheita, no controle de B. cinerea e Rhizopusstoloniferem pós-colheita de framboesas (armazenadas a 12 °C por 7 dias) apresentaram efeito inibitório aos fitopatogênicos sem interferência negativa sobre os atributos de qualidade dos frutos (ANTONIOLLI *et al*., 2011). Sanhueza *et al*., (1996) verificou a redução das perdas de frutos morango na pós-colheita, ocasionadas pela podridão fúngica. Ao aplicar suspensão de água e conídios do fungo Gliocladiumroseum (106 conídios/mL), constatou 82,9 % de frutos sadios, enquanto que pela ação de fungicidas o resultado foi 79 % e o controle continha 67,2 % de frutos sadios, demonstrando que há microrganismos antagonistas à fitopatógenos.

Embora outros trabalhos relatem o sucesso de tratamentos alternativos para o controle de patógenos do morango, com resultados variáveis na manutenção das características do fruto, o tratamento com extratos e metabólitos apresentados nesse trabalho, demonstraram forte antagonismo ao fitopatógeno e manteve a qualidade físico-químicas dos frutos ao longo de todo o experimento.

3.2. EFEITO DO TRATAMENTO COM METABÓLITOS E EXTRATOS DE P. MICROCARPUS, DA TEMPERATURA E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NO PARÂMETRO DE COR "A*" DOS MORANGOS.

Observou-se efeito da temperatura e do tempo de armazenamento no parâmetro colorimétrico "a*". No entanto, os tratamentos com os extratos e metabólitos fúngicos não apresentaram efeito ($p > 0,05$) sobre esta característica.

Ao avaliar a influência da temperatura, a média de todos os tratamentos foi de 35,50 sob refrigeração e 31,87 a temperatura ambiente, indicando que frutos mantidos sob refrigeração preservaram ($p < 0,05$) sua coloração avermelhada (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetro de cor a* de morangos tratados ou não com metabólitos fúngicos, armazenados sob refrigeração (12 °C ± 0,2 °C) e temperatura ambiente (22 °C ± 2 °C) por 6 dias.

Tratamentos	Nível	Média da cromaticidade a*
Temperatura de armazenamento	12 oC	35,50 a
	22 oC	31,87 b
Extratos e metabólitos fúngicos	PIS10Ext	34,74 a
	PIS13Ext	34,21 a
	PIS10Met	34,29 a
	PIS13Met	34,88 a
	Controle	32,55 a
	dH2O	31,68 a
Tempo de armazenamento (dias)	0	39,38 a
	3	36,28 a
	6	31,09 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 5 % de probabilidade.

Resultado semelhante foi encontrado por Molon (2013) ao verificar a qualidade e composição físico-química de morangos refrigerados a 5 °C por 3 dias. Neste estudo, os valores de “a*” para morango em estágio de maturação, apresentaram valor mínimo próximo de 20,00 e máximo de 40,00, o que revela uma tendência crescente ao vermelho. Para Malgarim; Cantillano; Coutinho (2006) morangos submetidos ao pré-resfriamento, seguido de diferentes tratamentos com luz UV-C e períodos de armazenamento (0 e 8 °C), foram decisivos na manutenção da cor vermelho brilhante, mantendo os valores de “a*” entre 33,81 e 36,57 para morango armazenados por 9 dias a 0 °C e por 3 dias a 8 °C.

Em relação ao tempo de armazenamento, os frutos armazenados por 3 dias apresentaram coordenadas cromáticas 36,28, enquanto os armazenados por 6 dias apresentaram valores de 31,09, uma média de 92 % e 78 %, respectivamente, ao comparar-se com frutos frescos (0 dias). Desta forma, pode-se afirmar que os frutos perderam parte de sua coloração avermelhada ao longo do tempo de armazenamento (ŠAMEC *et al*., 2016).

3.3. EFEITO DO TRATAMENTO COM METABÓLITOS E EXTRATOS DE P. MICROCARPUS, DA TEMPERATURA E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NO PARÂMETRO DE COR “B*” DOS MORANGOS

Observou-se interação entre tempo e temperatura de armazenamento para a coordenada cromática b* avaliada nos frutos. No entanto, não houve efeito ($p > 0,05$) dos tratamentos com extratos e metabólitos de Pisolithus nesta coordenada cromática (Tabela 4).

Tabela 4. Parâmetro de cor b* de morangos tratados ou não com metabólitos fúngicos, armazenados sob refrigeração (12 °C ± 0,2°C) e temperatura ambiente (22 °C ± 2°C) por 6 dias.

Temperatura de armazenamento	Tempo (dias)		
	0	3	6
12 oC	19,21 Aa	21,57 Ab	18,49 Ac
22 oC	19,21 Aa	15,32 Bb	15,22 Bb

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre sí pelo teste de Scott-Knott à 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas indicam comparações entre linhas e letras minúsculas indicam comparações entre colunas.

Para os frutos mantidos sob refrigeração, observou-se que no tempo 3 dias, houve um aumento da coordenada cromática “b*” ao comparar-se com o tempo 0 dias, com forte tendencia para a cor amarela. Acredita-se que a refrigeração manteve o

grau de maturação lento, proporcionando a alteração gradativa da cor amarela aproximando-se do vermelho (MOLON, 2013).

Os frutos mantidos em temperatura ambiente, apresentaram redução dessa coordenada cromática no tempo 3 e 6 dias. Esta observação pode ser explicada pelo fato da temperatura ambiente acelerar a maturação e senescência dos frutos e favorecer o crescimento fúngico. Desta forma, acredita-se que a rápida maturação e o crescimento micelial fúngico, contribuíram para a mudança da tonalidade avermelhada dos frutos para o cinza, cor característica de B. cinerea e, posteriormente, tendendo para o azul, indicando a diminuição da coordenada “b*” (ŠAMEC *et al*., 2016). Dos Reis *et al*., (2008) verificaram parâmetro b* significativos para o fator tempo de armazenamento de morangos a 10 °C, após tratamento com diferentes sanitizantes. Os valores variaram ao longo do armazenamento, apresentando um ligeiro decréscimo do 0 dia para o 3°, 6° e 9° dias de armazenamento, de 18,21 para 13,88; 14,89 e 15,10, respectivamente.

3.4. EFEITO DA TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO, NO PARÂMETRO DE COR “C*” DOS MORANGOS SUBMETIDOS A DIFERENTES TRATAMENTOS

A temperatura influenciou ($p < 0,05$) na caracterização do parâmetro croma “C*”, sendo constatado valor de 43,25 para frutos armazenados a temperatura de refrigeração e 35,63 para os frutos armazenados em temperatura ambiente, uma diferença de 18 % entre os ambientes, demonstrando que a refrigeração manteve a pureza da cromaticidade. No entanto, estudos anteriores, relatam que um aumento da temperatura afeta a cor do morango, tornando a superfície da fruta mais escura (diminuição do valor L*), aproximando-se do vermelho escuro (reduzido h*), ao qual recebe uma saturação de cor intensa, consequentemente, aumentando os valores de C* (KRÜGER *et al*., 2012).

Da Costa (2009), ao conservar morangos inteiros a 5 °C por 8 dias, com aplicação de quitosana + CaCl2; quitosana + amido de milho; quitosana; controle sanitizado e controle não sanitizado, constatou croma inicial de 46,23. Os resultados mostraram a diminuição do croma, de 11, 9, 5, 2 e 2, nos respectivos tratamentos. Antoniolli *et al.,* (2011) obtiveram valores de croma entre 13,99 a 15,66 para framboesas tratadas com quitosana e levedura S. Cerevisia e na prevenção de B. cinerea e armazenadas a 12 °C por 7 dias. Pelayo; Ebeler; Kader (2003) obtiveram valores de croma variando de 45,9 a 37,1 para cvs. Camarosa, Diamante e Selva, em

condições de Atmosfera Modificada (AM) a 20 kPa CO_2, refrigerados a 5 °C por 10 dias.

A manutenção da cor dos morangos durante o armazenamento é uma característica de qualidade, já que o escurecimento excessivo dos frutos compromete seu aspecto visual afetando a aceitação do consumidor (CALEGARO; PEZZI; BENDER, 2002). A mudança de cor na superfície e no tecido de alguns frutos, após a colheita ou mesmo durante o tempo de conservação, pode ter origem enzimática, envolvendo a participação de enzimas que atuam na síntese de antocianinas e outros fenólicos (Edahiro *et al.*, 2005) e das enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD) envolvidas no processo de escurecimento do tecido (TOIVONEN; BRUMMELL, 2008).

3.5. EFEITO DO TRATAMENTO COM METABÓLITOS E EXTRATOS DE P. MICROCARPUS, DA TEMPERATURA E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NO PARÂMETRO DE COR “H*”

A cor da superfície, representada pela pigmentação vermelho-intensa, foi indicada pelos baixos valores de ângulo hue (ºh). Para este parâmetro de cor, observou-se que houve interação entre o tempo e a temperatura, mas que não houve efeito dos metabólitos e extratos fúngicos.

Para os frutos mantidos sob refrigeração, o parâmetro “h*” não variou significativamente ao longo do tempo de armazenamento. Já para os frutos mantidos à temperatura ambiente, observou-se que este parâmetro de cor apresentou decréscimo no 3º dia de armazenamento e aumento em seu valor ao no 6º dia de armazenamento (Tabela 5).

Tabela 5. Parâmetro de cor “h*” de morangos armazenados à 12 ± 0,2 °C ou 22 ± 2 °C por 6 dias.

Temperatura de armazenamento	Tempo (dias)		
	0	3	6
12 oC	25,98 Aa	29,49 Ab	27,83 Ab
22 oC	25,98 Ba	23,07 Ba	29,36 Ab

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas indicam comparações entre linhas e letras minúsculas indicam comparações entre colunas.

Para Calegaro; Pezzi; Bender (2002) os valores de intensidade da cor semelhantes indicaram que a cor vermelha dos frutos se manteve praticamente a mesma em todo o período do experimento.

Para Šamec *et al.* (2016) diferentes cultivares podem apresentar diferentes intensidade de cor. Estes autores avaliaram os parâmetros físico-químicos das cvs. Monterey, Capri, Murano e Albion, produzidas em período entressafra e armazenados a 8 °C. Encontraram valores de ângulo hue (ºh) de 45,17 para Albion, 47,55 para Capri, 39,80 para Murano e 44,43 para Monterey.

Pelayo; Ebeler; Kader (2003) obtiveram valores de ângulo hue (ºh) variando de 30,8 a 24,2 para cvs. Camarosa, Diamante e Selva, em condições de Atmosfera Modificada (AM) a 20 kPa CO_2, refrigerados a 5 °C por 10 dias. Malgarim; Cantillano; Coutinho (2006) submeteram morangos à luz UV-C, acondicionou-os em filme de polietileno e os armazenou à temperatura de 0 ± 0,5 ºC por 3; 6 e 9 dias, seguidos de simulação da comercialização por 3 dias, à temperatura de 8 ± 0,5 ºC. Neste estudo, foram obtidos valores de °h variando de 30,93 a 25,79. Os resultados obtidos por estes autores são semelhantes ao verificado neste trabalho.

3.6. EFEITO DO TRATAMENTO COM METABÓLITOS E EXTRATOS DE P. MICROCARPUS, DA TEMPERATURA E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NA FIRMEZA DA POLPA DOS MORANGOS

Observou-se efeito ($p < 0,05$) da temperatura de acondicionamento, do tratamento com metabólitos e extratos fúngicos e do tempo de armazenamento na firmeza da polpa dos frutos. Morangos mantidos sob refrigeração mantiveram a firmeza da polpa mais elevada que morangos mantidos à temperatura ambiente, sendo que, os frutos tratados com extratos de PIS10 e metabólitos de PIS10 e PIS13, mantiveram maior firmeza de polpa em relação aos demais tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6. Firmeza da polpa de morangos tratados ou não com metabólitos fúngicos, armazenados sob refrigeração (12 ± 0,2 °C) e temperatura ambiente (22 ± 2 °C) por 6 dias.

Tratamentos	Nível	Firmeza de polpa (N)
Temperatura de armazenamento	12 oC	8,93 a
	22 oC	6,67 b
Tratamentos com metabólitos fúngicos	PIS10Ext	9,25 a
	PIS13Ext	7,35 b
	PIS10Met	8,03 a
	PIS13Met	8,89 a
	Controle	6,73 b
	dH2O	6,39 b
Tempo de armazenamento (dias)	0	10,72 a
	3	9,01 a
	6	6,59 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 5 % de probabilidade. N – Newton.

Para Pelayo; Ebeler; Kader (2003) e Bender *et al*. (2010), a redução na firmeza da polpa dos morangos mantidos em temperatura ambiente pode ter ocorrido pela diminuição da turgescência dos tecidos, ação enzimática do próprio metabolismo e também pela degradação fúngica, provocando altos índices de podridões.

Ávila *et al.* (2012) avaliando a influência do sistema de produção (convencional e orgânico) e do período de armazenamento (0, 2, 5, 8 dias a 1 °C), nas características físicas e químicas de morangos das cvs. Camino Real e Camarosa, encontraram valores de Newton variando entre 3,66 a 2,89 para Camino Real, produzida no sistema convencional; 4,82 a 3,04 N para Camarosa produzida no sistema convencional; 5,43 a 3,12 N para Camino Real produzida no sistema orgânico e 5,40 a 4,77 N para Camarosa produzida no sistema orgânico. Houve diferenças estatísticas entre as médias obtidas para as cultivares e os sistemas de produção. Para os tratamentos com metabólitos e extratos de Pisolithus, até o 6º dia de armazenamento, os valores

de firmeza da polpa foram significativamente superiores aos valores encontrados por Ávila *et al.* (2012).

Šamec *et al*. (2016) afirmam que a firmeza da polpa varia ao longo do tempo e que esta resposta depende da cultivar de morango avaliada. Estes autores avaliaram os parâmetros físico-químicos das cvs. Monterey, Capri, Murano e Albion, produzidas em período entressafra e armazenados a 8 °C. A cv. Albion manteve maior valor de firmeza, Capri e Murano mantiveram-se estáveis, enquanto a cv. Monterey apresentou declínio após 3 dias de armazenamento.

O extrato PIS10 e metabólitos PIS10 e PIS13, demostraram ser eficientes na manutenção da firmeza da polpa, mantendo as médias em 9,25 N; 8,03 N e 8,9 N, respectivamente, durante o experimento (Tabela 6). O fungo Pisolithus é produtor das hipaforinas, que são inibidores naturais da produção de etileno pelas plantas (BÉGUIRISTAIN; LAPEYRIE, 1997; DITENGOU; LAPEYRIE, 2000). Desta forma, acredita-se que essas substâncias produzidas por P. microcarpus possam ter atuado retardando a produção de etileno e, consequentemente, retardando a senescência dos frutos.

3.7. EFEITO DO TRATAMENTO COM METABÓLITOS E EXTRATOS DE P. MICROCARPUS, DA TEMPERATURA E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NOS SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS DOS MORANGOS

Verificou-se que existe interação ($p < 0,05$) entre a temperatura de acondicionamento e os tratamentos com metabólitos e extratos fúngicos nos Sólidos Solúveis Totais (SST) contidos na polpa dos morangos. A temperatura de refrigeração manteve valores mais elevados de SST quando comparados ao armazenamento à temperatura ambiente (Tabela 7).

Tabela 7. Sólidos solúveis totais (°Brix) de morangos tratados ou não com metabólitos fúngicos, armazenados sob refrigeração (12 ± 0,2 °C) e temperatura ambiente (22 ± 2 °C) por 6 dias.

Tratamentos com metabólitos fúngicos	Temperatura de armazenamento	
	12 oC	22 oC
PIS10Ext	7,68 Aa	6,75 Bb
PIS13Ext	7,54 Aa	6,74 Bb
PIS10Met	7,65 Aa	6,04 Bb
PIS13Met	7,01 Ab*	7,48 Aa*
Controle	7,52 Aa	7,86 Aa*
dH2O	7,52 Aa	6,69 Bb

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas indicam comparações entre linhas e letras minúsculas indicam comparações entre colunas.

Para os frutos mantidos sob refrigeração, os tratados com metabólitos e extratos de Pisolithus apresentaram os maiores valores de SST. Entretanto, os morangos tratados com metabólitos de PIS13, o valor de SST foi inferior ao controle. Já para os morangos acondicionados à temperatura ambiente, verificou-se que o tratamento com metabólitos de PIS13 e controle apresentaram os maiores valores de SST.

Também, verificou-se a interação entre a temperatura de acondicionamento e o tempo de armazenamento para os valores de SST dos frutos. Observou-se que para o tempo 6 dias, os morangos acondicionados à temperatura ambiente apresentaram menores valores de SST quando comparados aos morangos acondicionados sob refrigeração (Tabela 8).

Tabela 8. Sólidos solúveis totais (°Brix) de morangos armazenados sob refrigeração (12 ± 0,2 °C) e a temperatura ambiente (22 ± 0,2 °C) por 6 dias.

Temperatura de armazenamento	Tempo (dias)		
	0	3	6
12 oC	7,9	7,67 Aa	7,46 Aa
22 oC	7,9	7,31 Aa	6,39 Ab

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas indicam comparações entre linhas e letras minúsculas indicam comparações entre colunas.

Para os frutos armazenados a temperatura ambiente, a concentração de SST foi menor que para os frutos armazenados a temperatura de refrigeração. Acredita-se que o aumento da presença de sintomas e sinais de B. cinerea nos frutos acondicionados à temperatura ambiente, indica que a atividade deste microrganismo pode ter atuado na redução dos SST dos frutos acondicionados nesta condição.

A redução de SST verificado neste trabalho pode ser atribuído a diminuição da atividade respiratória dos frutos. Para Kader (1991) e Giovannoni (2004), o morango, por ser um fruto não climatérico, independentemente do estágio de amadurecimento em que fora colhido, apresenta um declínio lento e constante na sua taxa respiratória devido à baixa quantidade de etileno produzida. Após a colheita, entram em estágio de senescência, levando ao consumo das reservas de carboidratos.

Moraes *et al*. (2008), analisando a influência da refrigeração e do tempo de armazenamento a 1 °C na qualidade de morangos cv. Oso Grande e cv. Sweet Charlie, encontrou valores de SST de 7,7 °Brix no dia 0 e 8,4 °Briz no 8º dia, observou que com o amadurecimento dos frutos, ocorreu o aumento no valor de SST a partir do 3° dia de armazenamento. Os resultados encontrados neste trabalho divergem dos resultados encontrados por estes autores, pois os valores de SST diminuíram com o passar dos dias (Tabela 9).

Malgarim; Cantillano; Coutinho (2006), ao avaliar a qualidade de morangos cv. Camarosa, submetidos a diferentes sistemas de colheita, luz UV-C, atmosfera modificada e armazenamento por diferentes períodos a temperatura de refrigeração, encontrou valores de SST entre 6,86 a 7,33 °Brix após 3 dias de armazenagem a 0 °C + 3 dias a 8 °C; 7,08 a 7,48 °Brix após 6 dias a 0 °C + 3 dias a 8 °C; 6,59 a 6,93 °Brix após 9 dias a 0 °C + 3 dias a 8 °C. os resultados demonstraram que os valores de SST diminuíram ao final do experimento, entretanto não diferiram significativamente com o passar dos dias.

Cantillano *et al.* (2008) estudando a qualidade pós-colheita de morangos cvs. Camino Real, Ventana e Aromas, armazenados durante 3, 6 e 9 dias a 0 °C + 1 dia a 10 °C, encontrou respectivamente, valores de SST de 6,10; 6,20 e 6 °Brix para Camino Real, 7,45; 7,10 e 7 °Brix para Ventana e 6,40; 6,06 e 5,8 °Brix para Aromas, demonstrando que o comportamento do teor de sólidos solúveis foi diferente entre as cultivares.

3.8. EFEITO DO TRATAMENTO COM METABÓLITOS E EXTRATOS DE P. MICROCARPUS, DA TEMPERATURA E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NO PH DOS MORANGOS

Não houve alteração significativa (p > 0,05) do pH para os tratamentos com extratos e metabólitos de Pisolithus. Entretanto, para o controle houve um aumento de 3 % no pH quando comparadas a temperatura de refrigeração e ambiente aos 3 dias. Observou-se redução de 4,5 % no pH dos frutos acondicionados à temperatura ambiente, quando comparados o terceiro e o sexto dia de armazenamento (Tabela 9).

Tabela 9. pH da polpa de morangos tratados ou não com metabólitos fúngicos, armazenados sob refrigeração (12 ± 0,2 °C) e temperatura ambiente (22 ± 2 °C) por 6 dias.

Tempo de armazenamento (dias)	Tratamentos com metabólitos fúngicos	Temperatura de armazenamento	
		12 oC	22 oC
3 dias	PIS10Ext	3,41 Aa	3,42 Aa
	PIS13Ext	3,45 Aa	3,43 Aa
	PIS10Met	3,43 Aa	3,43 Aa
	PIS13Met	3,43 Aa	3,42 Aa
	Controle	3,4 Ba	3,5 Aa*
	dH2O	3,44 Aa	3,47 Aa
6 dias	PIS10Ext	3,44 Aa	3,41 Aa
	PIS13Ext	3,38 Aa	3,41 Aa
	PIS10Met	3,40 Aa	3,41 Aa
	PIS13Met	3,43 Aa	3,42 Aa
	Controle	3,43 Aa	3,34 Ba*
	dH2O	3,38 Aa	3,43 Aa

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas indicam comparações entre linhas e letras minúsculas indicam comparações entre colunas.

Conti; Minami; Tavares (2002), ao avaliarem a produção e qualidade de diferentes cultivares de morangos em Atibaia e Piracicaba (SP), constataram valores de pH de 3,58 para cv. Guarani; 3,66 para a cv. Dover; 3,77 para as cv. Campinas e AGF 080 e 3,84 para a cv. Pincesa Isabel, após a colheita. Prates; Ascheri (2011), ao estudarem o efeito de diferentes formulações de coberturas comestíveis de amido de

fruta-de-lobo (Solanumlycocarpum) e sorbitol e do tempo de armazenamento na qualidade pós-colheita de morango da cv. Oso Grande, encontrou valores de pH entre 3,40 a 3,75.

Moraes et al. (2008), analisando a influência de diferentes concentrações de O2, CO2, da refrigeração e do tempo de armazenamento na qualidade de morangos cv. Oso Grande, encontrou valores de pH variando de 3,71 a 3,86. Estes autores constataram que com o amadurecimento dos frutos, ocorreu o aumento no valor do pH a partir do 3° dia de armazenamento em temperatura ambiente. Molon (2013), analisando a qualidade de morangos da cv. Rústica no estado “de vez” para o “maduro” em condições de refrigeração a 5 °C por 3 dias, encontrou valores de pH de 3,35 para morangos “de vez” e 3,54 para morangos “maduros”. Os frutos dos experimentos citados apresentaram uma variação de pH semelhante ao observado neste trabalho, de 3,41 a 3,50. Porém, para a maioria dos tratamentos, houve pequena diminuição dos valores até o 6º dia de armazenamento. No entanto, destaca-se que as variações de pH foram muito reduzidas e indicam que os tratamentos avaliados tiveram pouca influência nesta característica para os morangos avaliados.

4. CONCLUSÃO

Os metabólitos e extratos de P. microcarpus mostraram-se eficientes na conservação dos morangos in natura, mantendo estáveis características como a firmeza da polpa, a cor vermelha característica e ausência de podridão fúngica até o 6º dia de armazenamento.

O tratamento com metabólitos e extratos P. microcarpus não acarretaram alterações significativas no pH e acidez titulável, evidenciando que estes compostos não interferem na composição físico-química dos frutos. Dentre os tratamentos empregados, destacou-se a utilização do extrato de PIS10 e metabólito de PIS13.

REFERÊNCIAS

ABREU, V. P de. Antagonismo in vitro de isolados de Pisolithus spp. sobre fungos fitopatogênicos. 2012, 37 f. TCC. (Graduação em Agroecologia) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2012.

ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; GIAMPIERI, F.; TULIPANI, S.; CASOLI, T.; STEFANO, G. D.; GONZÁLEZ-PARAMÁS, A. M.; SANTOS-BUELGA C.; BUSCO, F.; QUILES, J. L.; CORDERO, M. D.; BOMPADRE, S.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. One-monthstrawberry-richanthocyaninsupplementationameliorates cardiovascular risk, oxidative stress markers and platelet activation in humans. The Journal of nutritional biochemistry, v. 25, n. 3, p. 289-294, 2014.

ANTONIOLLI, L. R.; SILVA, G. D.; ALVES, S. A. M.; MORO, L. Controle alternativo de podridões pós-colheita de framboesas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 46, n. 9, p. 979-984, 2011.

ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J.; SOUZA, C. M. DE. Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 38, n. 3, p. 413-419, 2003.

ÁVILA, J. M. M.; TORALLES, R. P.; CANTILLANO, R. F. F.; PERALBA, M. C. R.; PIZZOLATO, T. M. Influência do sistema de produção e do armazenamento refrigerado nas características físico-químicas e no desenvolvimento de compostos voláteis em morangos. Ciência Rural, v. 42, n. 12, 2012.

BAUTISTA-BAÑOS, S.; DOMÍNGUEZ, E. G.; BARRERA-NECHA, L. L.; REYES-CHILPA, R.; WILSON, C. L. Seasonal evalution of postharvest fungicidal activity of powders and extracts of huamuchil (Pithecellobiumdulce): action against Botrytis cinerea, Penicillium digitatum and Rhizopus stolonifer of strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology, v.29, p.81-93, 2003.

BÉGUIRISTAIN, T.; LAPEYRIE, F. Host plantstimulateshypaphorineaccumulation in Pisolithustinctoriushyphaeduringectomycorrhizalinfectionwhileexcretedfungalhypaphorinecontrols root hairdevelopment. New Phytologist, v. 136, n. 3, p. 525-532, 1997.

BENDER, R. J.; PEZZI, E.; LEÃO, M. L.; CASALI, M. E. Armazenagem de morangos cv. Camarosa e cv. Verão em atmosfera modificada. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 32, n. 2, p. 285-292, 2010.

BRECHT, J. K.; CHAU, K.V.; FONSECA, S.C.; OLIVEIRA, F.A.R.; SILVA, F. M.; NUNES, M.C.N.; BENDER, R.J. Maintainingoptimalatmosp here conditions for fruits and vegetables throughout the postharvesthandlingchain. Postharvest Biologyand Technology, v. 27, n. 1, p. 87-101, 2003.

CALEGARO, J. M.; PEZZI, E.; BENDER, R. J. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 37, n. 8, p. 1049-1055, 2002.

CANTILLANO, R. F. F. Manuseio pós-colheita de morangos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 36p.

CANTILLANO, R. F. F.; CASTAÑEDA, L. M. F.; TREPTOW, R. O.; SCHUNEMANN, A. P. P. Qualidade físico-química e sensorial de cultivares de morango durante o armazenamento refrigerado. Embrapa Clima Temperado, 2008.

CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F. C. A. Produção e qualidade de frutos de diferentes cultivares de morangueiro em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. Horticultura Brasileira, v. 20, n. 1, p. 10-17, 2002.

CUNHA JUNIOR, L.C.; JACOMINO, A.P.; OGASSAVARA, F.O; TREVISAN, M.J.; PARISI, M.C.M. Armazenamento refrigerado de morango submetido a altas concentrações de CO2. Horticultura Brasileira, v. 30, n. 4, p. 688-694, 2012.

CUZZI, C. Extratos de canola no controle de Botrytiscinerea in vitro e do mofo cinzento em pós-colheita de morangos. 2013. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

DA COSTA, F. B. Fisiologia e conservação de cultivares de morangos inteiros e minimamente processados. 2009. 115f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2009.

DITENGOU, F. A.; LAPEYRIE, F. HypaphorinefromtheectomycorrhizalfungusPisolithustinctoriuscounteractsactivitiesof indole-3-acetic acidandethylenebutnotsyntheticauxins in eucalyptseedlings. Molecular Plant-Microbe Interactions, v. 13, n. 2, p. 151-158, 2000.

DONADIO, S.; MONCIARDINI, P.; ALDUINA, R.; MAZZA. P.; CHIOCCHINI, C.; CAVALETTI, L.; SOSIO, M.; PUGLIA, A. M. Microbial technologies for the discovery of novel bioactive metabolites. Journal of biotechnology, v. 99, n. 3, p. 187-198, 2002.

DOS REIS, K. C.; SIQUEIRA, H. H.; ALVES, A. P.; SILVA, J. D.; LIMA, L. C. O. Efeito de diferentes sanificantes sobre a qualidade de morango cv. Oso Grande. Ciência e agrotecnologia, v. 32, n. 1, 2008.

EDAHIRO, J.; NAKAMURA, M.; SEKI, M.; FURUSAKI, S. Enhancedaccumulationofanthocyanin in cultured strawberry cells by repetitive feeding of L-phenylalanine into the medium. Journal of bioscience and bioengineering, v. 99, n. 1, p. 43-47, 2005.

FIGUEIREDO, F.C.; BOTREL, P. P.; TEIXEIRA C. P.; PETRAZZINI, L. L.; LOCARNO, M.; CARVALHO, J. G. Pulverização foliar e fertirrigação com silício nos atributos físico-químicos de qualidade e índices de coloração do morango. Ciência e agro tecnologia, v. 34, n. 5, p. 1306-1311, 2010.

GIAMPIERI, F.; TULIPANI, S.; ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; QUILES,; J. L.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. The strawberry: composition, nutritional quality, and impact on human health. Nutrition, v. 28, n. 1, p. 9-19, 2012.

GIOVANNONI, J. Genetic regulationof fruit development and ripening. The plantcell, v. 16, n. suppl 1, p. 170-180, 2004.

GIMÉNEZ, G.; ANDRIOLO, J. L.; DOS SANTOS G. R. Cultivo sem solo do morangueiro. Ciência Rural, v. 38, n. 1, p. 273-279, 2008.

GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 15. ed. Piracicaba: Editora FEALQ, 2009. 451 p.

GONÇALVES, M. A.; VIGNOLO, G. K.; ANTUNES, L. E. C.; REISSER, J. Produção de Morango Fora do Solo. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. 34p.

HAN, C.; ZHAO, Y.; LEONARD, S.W.; TRABER, M. G. Ediblecoatingsto improve storabilityandenhancenutritionalvalueoffreshand frozen strawberries (Fragaria× ananassa) and raspberries Rubusideaus. Postharvest biologyand Technology, v. 33, n. 1, p. 67-78, 2004.

HASHMI, M. S.; EAST, A. R.; PALMER, J. S.; HEYES, J. A. Pre-storagehypobarictreatmentsdelayfungaldecay of strawberries. Postharvest Biologyand Technology, v. 77, p. 75-79, 2013.

KADER, A. A. Qualityand its maintenance in relationto the postharvestphysiology of strawberry. The strawberry into the 21st century. Timber Press, Portland, OR, p. 145-152, 1991.

KRÜGER, E. JOSUTTIS, M.; NESTBY, R.; TOLDAM-ANDERSEN, T.B.; CARLEN, C.; MEZZETTI, B. Influence of growing conditionsat different latitudes of Europeon strawberry growth performance, yieldand quality. Journalof Berry Research, v. 2, n. 3, p. 143-157, 2012.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. Sensoryevaluationof food: principlesandpractices. Springer, 2010. 549p.

LEE, J. Y.; PARK, H. J.; LEE, C. Y.; CHOI, W. Y. Extendingshelf-lifeofminimallyprocessedappleswithediblecoatingsandantibrowningagents. LWT-Food Science and Technology, v. 36, n. 3, p. 323-329, 2003.

LORENZETTI, E. R. Controle de doenças do morangueiro com óleos essenciais e Trichoderma spp. 2012, 105 f. Tese. (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

MALGARIM, M. B.; CANTILLANO, R. F. F.; COUTINHO, E. F. Sistemas e condições de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. Camarosa. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 28, n. 2, p. 185-189, 2006.

MOLON, R. Qualidade e composição físico-química de frutas de morangueiro. 2013, 35 f. TCC. (Tecnólogo em Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

MORAES, I. V. M.; CENCI, S. A.; BENEDETTI, B. C.; MAMEDE A. M. G. N.; SOARES, A. G.; BARBOZA, H. T. G. Características físicas e químicas de morango processado minimamente e conservado sob refrigeração e atmosfera controlada. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 28, n. 2, p. 274-281, 2008.

OLIVEIRA, R. P.; NINO, A. F. P.; SCIVITTARO, W. B. Mudas certificadas de morangueiro: maior produção e melhor qualidade da fruta. A Lavoura, v. 108, n. 655, p. 35-38, 2005.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Produção de frutos de morango em função de diferentes períodos de vernalização das mudas. Horticultura Brasileira, v. 27, n. 1, p. 91-97, 2009.

PELAYO, C.; EBELER, S. E.; KADER, A. A. Postharvestlife and flavor quality of three strawberry cultivarskeptat 5 C in airorair+ 20 kPa CO2. Postharvest Biologyand Technology, v. 27, n. 2, p. 171-183, 2003.

PEREIRA, W. R.; SOUZA, R. J.; YURI, J. E.; FERREIRA, S. Produtividade de cultivares de morangueiro, submetidas a diferentes épocas de plantio. Horticultura Brasileira, v. 3, p. 500-503, 2013.

PRATES, M. F. O.; ASCHERI, D. P. R. Efeito da cobertura de amido de fruta-de-lobo e sorbitol e do tempo de armazenamento na conservação pós-colheita de frutos de morango. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 29, n. 1, 2011.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing (2016). Vienna, Austria. Disponível em: < http://www.R-project.org/>. Acesso em: 28/06/2016.

ŠAMEC, D.; MARETIC, M.; LUGARIC, I.; MEŠIC, A.; SALOPEK-SONDI, B.; DURALIJA, B. Assessment ofthe differences in thephysical, chemicalandphytochemicalpropertiesof four strawberry cultivarsusing principal componentanalysis. Food chemistry, v. 194, p. 828-834, 2016.

SANHUEZA, R. M. V.; SUTTON, J.; PERAZZOLO, I.; CZERMAINSKI, A. B. C. Controle do mofo cinzento (Botrytiscinerea) com o fungo Gliocladiumroseum em culturas protegidas de morangueiros. EMBRAPA-CNPUV, 1996.

SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; CHUBA, C. A. M. Caracterização biométrica, física e química de frutos da palmeira bocaiuva Acrocomiaaculeata (Jacq) Lodd. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 33, n. 3, p. 1023-1028, 2011.

TOIVONEN, P. M. A.; BRUMMELL, D. A. Biochemical bases ofappearanceand texture changes in fresh-cutfruitand vegetables. Postharvest Biologyand Technology, v. 48, n. 1, p. 1-14, 2008.

VICENTE, A. R.; MARTÍNEZ, G. A.; CHAVES, A. R.; CIVELLO, P. M. Influenceof self-produced CO2onpostharvestlifeofheat-treatedstrawberries. Postharvest Biologyand Technology, v. 27, n. 3, p. 265-275, 2003.

VINALE, F.; SIVASITHAMPARAM K.; GHISALBERTI E. L.; MARRA R.; WOO S. L.; LORITO, M. Trichoderma–plant–pathogeninteractions. Soilbiologyandbiochemistry, v. 40, n. 1, p. 1-10, 2008.

CAPÍTULO 12

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA QUALIDADE DE EFLUENTES PARA FINS DE REUSO NA IRRIGAÇÃO NO MUNICÍPIO DE IGUATU – CE

Kellison Lima Cavalcante
Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, Doutorando em Educação pela Universidade Federal da Bahia
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – IF Sertão – PE/Campus Petrolina
Endereço: Rua Maria Luzia de Araújo Gomes Cabral - João de Deus, Petrolina/PE, Brasil, 56.316-686.
E-mail: kellisoncavalcante@hotmail.com

Wlisses Matos Maciel
Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE/Campus Umirim
Endereço: R.Carlos Antônio Sáles, s/n - Floresta, Umirim/CE, Brasil, 62.660-000.
E-mail: wlisses@ifce.edu.br

Harine Matos Maciel
Economista, Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Ceará
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE/Campus Baturité
Endereço: Av. Ouvidor Vitóriano Soares Barbosa Sanharã, Baturité/CE, Brasil, 62.760-000.
E-mail: harine@ifce.edu.br

Dijauma Honório Nogueira
Licenciado em Ciências Agrarias, Doutor em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE/Campus Iguatu
Endereço: Rod. Iguatu - Várzea Alegre, Km 05 Vila Cajazeiras, Iguatu/CE, Brasil, 63.500-000.
E-mail: dijauma@ifce.edu.br

Sergio Mota Pereira
Aluno do curso Tecnologia em Irrigação e Drenagem do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE/Campus Iguatu
Endereço: Rod. Iguatu - Várzea Alegre, Km 05 Vila Cajazeiras, Iguatu/CE, Brasil, 63.500-000.
E-mail: sergiomotasp@hotmail.com

Lara Pereira do Nascimento Teles
Aluna do curso Técnico em Agropecuária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE/Campus Iguatu
Endereço: Rod. Iguatu - Várzea Alegre, Km 05 Vila Cajazeiras, Iguatu/CE, Brasil, 63500-000.
E-mail: lpereira24@hotmail.com

RESUMO: O reuso de água na agricultura com a aplicação de efluentes tratados pode garantir a produtividade e a sustentabilidade das culturas irrigadas. Este trabalho objetivou a caracterização da qualidade dos efluentes da ETE Iguatu – CE, analisando os parâmetros microbiológicos recomendados para uso de esgotos na agricultura. Foram realizadas três coletas no ponto de despejo dos filtros de tratamento da ETE avaliando a qualidade microbiológica, através dos Coliformes Termotolerantes, Turbidez, Demanda Biológica de Oxigênio, Oxigênio Dissolvido, pH, Total de Sólidos Dissolvidos, Fósforo (P) e Mercúrio (Hg). Para interpretação dos dados utilizou-se os valores estabelecidos na Resolução CONOMA n° 357/2005, para as águas doce que podem ser utilizadasna irrigação. A análise apresentou teores médios de Coliformes (5026 ovos/100mL), Turbidez (130 UNT), DBO (42,15 mg/L), OD (1,03 mg/L), pH (6,5), TSD (856,67 mg/L), P (6,03 mg/L) e Hg (3,74 mg/L) que de acordo com os parâmetros microbiológicos, os esgotos da ETE Iguatu – CE são impróprias para agricultura.

PALAVRAS–CHAVE: Água, efluente tratado, irrigação e reuso.

ABSTRACT: The reuse of water in agriculture with the application of treated effluents can guarantee the productivity and sustainability of irrigated crops. This work aimed to characterize the quality of effluents from the ETE Iguatu – CE, analyzing the recommended microbiological parameters for the use of sewage in agriculture. Three collections were made at the disposal point of the treatmentfilters of the ETE, evaluating the microbiological quality, through the Thermotolerant Coliforms,Turbidity, Biological Oxygen Demand, Dissolved Oxygen, pH, Total Dissolved Solids, Phosphorus (P) and Mercury (Hg). For data interpretation, the values established in CONOMA Resolution No. 357/2005 were used for fresh waters that can be used for irrigation. The analysis showed average levels of Coliforms (5026 eggs / 100mL), Turbidity (130 UNT), BOD (42.15 mg / L), OD (1.03 mg / L), pH (6.5), TSD (856, 67 mg / L), P (6.03 mg / L) and Hg (3.74 mg / L) which, according to microbiological parameters, the sewage from the ETE Iguatu – CE isunsuitable for agriculture.

KEYWORDS: Water, treated effluent, irrigation and reuse.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Leite (2003), a demanda atual de água para o setor agrícola brasileiro representa 70 % do volume total captado, com forte tendência para chegar a 80 % em 2010. Assim, a aplicaçãode água de reuso em áreas agricultáveis torna-se uma forma efetiva de controle da poluição e umaalternativa viável para a disponibilidade hídrica.

Os esgotos tratados contêm diversos componentes, os quais provêm da própria água e de ambientes naturais e concentrações que foram introduzidas a partir de atividades humanas e industriais. Para uma interpretação correta da qualidade da água para irrigação, quatro aspectos importantes devem ser considerados: salinidade, sodicidade, toxicidade e ouros (pH e HCO_3) (AYERS & WESTCOT, 1985 apud Brites, 2008). Estas variáveis são fundamentais na determinação da qualidade da água de reuso que será destinada a irrigação.

Assim, pode-se afirmar que os esgotos tratados quando aplicados ao solo para a irrigação deculturas pode substituir totalmente a água de irrigação e parcialmente a adubação através de algunsminerais presentes (SOUSA, 2004). Porém, a utilização das técnicas de reuso de água na irrigaçãodeve ter a sua qualidade físico-química e microbiológica adequada ao uso de acordo com os critérios e padrões recomendados. De acordo com Telles & Costa, 2010, a água de reuso, tende aapresentar-se como uma alternativa às condições de disponibilidade hídrica, inserindo-se no contexto do desenvolvimento sustentável, propondo o uso dos recursos naturais de maneira equilibrada e sem prejuízos.

Os critérios de qualidade para reuso são baseados em requisitos de usos específicos, levandoem consideração aspectos estéticos, ambientais e econômicos e na proteção a saúde pública (SOUSA, 2004). O reuso de água na agricultura com a aplicação de esgotos tratados tem o objetivo de garantir a produtividade e a sustentabilidade das culturas irrigadas (BENETTI, 2006). Mas é possível, adotando-se técnicas e práticas que avaliem possíveis impactos negativos ao sistema agrícola, bem como problemas ambientais e riscos a saúde pública, e suas medidas mitigadoras.

Desta forma, objetivou-se a caracterização da qualidade da água de efluentes da ETE do Município de Iguatu – CE, caracterizando as diretrizes microbiológicas recomendadas para uso de esgotos na agricultura em projetos de irrigação, considerando o aumento da produtividade, a racionalização da água e minimização de impactos ambientais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CONSUMO E DISPONIBILIDADE HÍDRICA

A água é um recurso natural finito e essencial à vida que, de acordo com Correia Neto *et al*. (2004) tornar-se-á, ao longo do século XXI, tão importante e disputado do ponto de vista econômico, social, ambiental e político, quanto foi o carvão e o petróleo para a economia mundialao longo dos últimos 150 anos. Sob o reflexo da evolução da humanidade a água tornou-se elemento representativo de valores sociais e culturais, além de fator determinante na produção e desenvolvimento das atividades do agronegócio.

Com isso, o consumo e a necessidade de água exigida para atender o desenvolvimentoe a expansão da agricultura têm aumentado substancialmente nos últimos anos, sobretudo com as práticas da irrigação. A Figura 01 mostra as tendências de consumo de água a partir do início do século XX. Observa-se que o consumo de água na agricultura no ano 2000 representa quase seis vezes aquele do início do século passado, com tendência de aumento acelerado devido às taxas de evapotranspiração crescentes com o aumento das temperaturas no planeta e as atividades poluidoras do homem moderno.

Para Tavares *et al*., (2019), é de suma importância a contínua avaliação da qualidade da água, visando obter resultados precisos e o controle dos níveis dos parâmetros físico-químicose microbiológico que possam estar em desacordo com os da portaria nacional vigente.

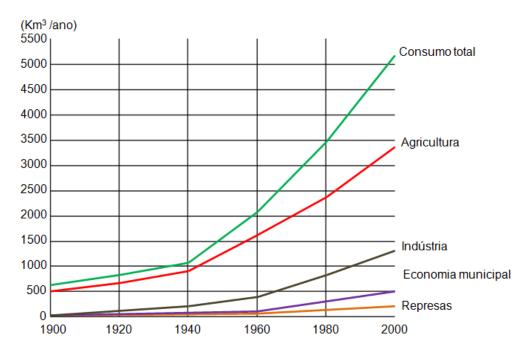



Figura 1 – Tendência de consumo de água no mundo.

Fonte: Tundisi, 2003 apud Benetti, 2006.

2.2. REUSO DA ÁGUA

A água é um recurso renovável através do ciclo hidrológico. Quando reciclada naturalmente é um recurso limpo e seguro que, por causa das atividades humanas é comprometidaa sua disponibilidade, não apenas em quantidade, mas também na sua qualidade. Porém, mesmo poluída, a água pode ser recuperada e reutilizada para diversas finalidades, de acordo com o seu tratamento, através das técnicas de reuso de água, que de acordo com a qualidade da água utilizada e disponível e a finalidade do reuso estabelecerão as técnicas viáveis para o tratamento recomendado.

O reuso da água consiste em uma tecnologia desenvolvida em maior ou menor grau dependendo da finalidade a que se destina a água e de como ela tenha sido utilizada anteriormente (BRITES, 2008). De acordo com Brega Filho & Mancuso (2003) apud Brites (2008) o exato momento a partir do qual se admite que o reuso esteja sendo feito dificulta a conceituação precisada expressão “reuso da água”.

Ainda é de costume, comunidades no mundo inteiro descarregarem esgotos, tratados ou não, em corpos de água superficiais, como solução para a eliminação de resíduos líquidos. Geralmente esses corpos de água servem como fonte de abastecimento a mais de uma comunidade,como é o caso do município de Iguatu – CE que descarrega esgotos domésticos, comerciais e de fossas, com gorduras,

detergentes, fezes, urinas e restos de alimentos no leito do Rio Jaguaribe, como observa-se na Figura 2. Tudo isso escorre por canaletas ou por infiltração no subsolo e são despejados diretamente no leito do rio, na área urbana. Além de Iguatu, o Rio Jaguaribe recebe esgoto de dezenas de cidades, sem o adequado tratamento. Perenizado por águas de açudes na bacia do Alto Jaguaribe, há milhares de pessoas que vivem da produção agrícola e pecuária cuja fonte é o rio, daí a importância e a necessidade de construir sistemas de saneamento, tratamento edestino correto dos esgotos nos municípios.

Figura 2 – Rio Jaguaribe recebendo esgotos no Município de Iguatu – CE.

Fonte: Autor.

Neste caso pode haver a situação de um mesmo município lançar seus esgotos e fazer uso do mesmo corpo hídrico como manancial para potabilização. A comunidade, indústria ou o agricultor que coleta a água, na realidade, está reutilizando-a pela segunda, terceira ou mais vezes.

Assim, a caracterização e conceituação de reuso devem observar o volume de esgoto recebido pelo corpo de água, relativamente ao volume de água originalmente existente no rio. Num exemplo hipotético de comunidades que utilizam água de um rio que recebesse descargas de esgoto, não há sentido em identificar como reuso a situação da comunidade que captasse água cujadiluição pudesse ser caracterizada, em termos práticos, como infinita.

Para Lavrador Filho (1987), reuso de água seria o aproveitamento de água previamenteutilizadas, uma ou mais vezes, para suprir as necessidades de outros usos, incluindo o original. Deacordo com Metcalf & Eddy (1991) apud Brites (2008), reuso da água é o uso da água residuária tratada para diversas finalidades, tais como

irrigação e troca térmica em indústrias. Porém a Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), define o reuso de água como sendo apenas a utilização de água residuária, que é definidacomo sendo esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias, agropecuária, tratados ou não (BRASIL, 2005a).

Souza (2004), considera que existam três condicionantes básicas para que algum tipo de utilização de águas residuárias possa ser enquadrado como reuso de água: (i) ele tem que ser intencional; (ii) ele tem que ser planejado. E (iii) ele tem que ser continuamente controlado. Não se pode afirmar que existe reuso de água se um desses requisitos não for atendido, pois, assim, ocorrerá um processo de poluição e contaminação ambiental, causador de impacto ambiental e riscos à saúde pública.

2.3. REUSO DE ÁGUA NA AGRICULTURA

Segundo Leite (2003), a demanda atual de água para o setor agrícola brasileiro representa 70 % do volume total captado, com forte tendência para chegar a 80 % em 2010. Assim, a aplicação de água de reuso em áreas agricultáveis torna-se uma forma efetiva de controle da poluição e uma alternativa viável para a disponibilidade hídrica.

Ainda conforme Leite (2003), constatou-se que durante as duas últimas décadas, o usode esgotos para irrigação de culturas aumentou significativamente, em razão dos seguintes fatores:

- Dificuldade crescente de identificar fontes alternativas de águas para irrigação;
- Custo elevado de fertilizantes;
- A segurança de que os riscos de saúde pública e impactos sobre o solo são mínimos, se as precauções adequadas forem efetivamente tomadas;
- Os custos elevados dos sistemas de tratamento, necessários para descarga de efluentesem corpos receptores;
- A aceitação sociocultural da prática do reuso agrícola;
- Reconhecimento, pelos órgãos gestores de recursos hídricos, do valor intrínseco daprática.

Benefícios

Sistemas de reuso de água para fins agrícolas adequadamente planejados e

administrados, proporcionam melhorias ambientais e melhorias de condições de saúde, bem comonos aspectos econômicos.

Benefícios Ambientais e à Saúde Pública

De acordo com Hespanhol (2002), pode-se destacar:

- Minimização das descargas de esgotos em corpos de água;
- Preservação dos recursos subterrâneos, principalmente em áreas onde a utilização excessiva de aquíferos provoca intrusão de cunha salina ou subsidência de terrenos;
- Conservação do solo, pela acumulação de húmus, e aumento da resistência à erosão;
- Aumento da concentração de matéria orgânica do solo, possibilitando maior retenção de água;
- Aumento da produção de alimentos, principalmente em áreas carentes, elevando, desta forma, os níveis de saúde, qualidade de vida e condições sociais de populações associadas aos esquemas de reuso.

Assim, pode-se acrescentar o uso sustentável dos recursos hídricos, estimulando o uso racional de águas de boa qualidade e principalmente o controle da poluição e dos impactos ambientais.

Benefícios Econômicos

O aumento da área cultivada e o consequente aumento da produtividade caracterizam os benefícios do uso de esgotos tratados na irrigação. É o que demonstram pesquisas realizadas em diversos países, que a produtividade agrícola aumenta significativamente em sistemas de irrigação com esgotos adequadamente administrados.

Para Texeira *et al*., (2019), a reutilização do recurso hídrico se apresenta como uma ótima alternativa para a garantia da sustentabilidade, e contribui para uma economia financeira.

A Tabela 1 mostra os resultados experimentais efetuados em Nagpur, Índia, pelo Instituto de Pesquisas de Engenharia Ambiental (Neeri), que investigou os efeitos da irrigação com esgoto tratado sobre as culturas produzidas e o aumento da produtividade agrícola devido ao reuso adequadamente administrado.

Tabela 1 – Aumento da produtividade agrícola (ton/ha/ano) possibilitada pela irrigação com esgotos domésticos.

Irrigação efetuada com	Trigo 8 anos[1]	Feijão 5 anos[1]	Arroz 7 anos[1]	Batata 4 anos[1]	Algodão 3 anos[1]
Esgoto bruto	3,34	0,90	2,97	23,11	2,56
Efluente primário	3,45	0,87	2,94	20,78	2,30
Efluente da lagoa de estabilização	3,45	0,78	2,98	22,31	2,41
Água + NPK	2,70	0,72	2,03	17,16	1,70

Fonte: Hespanhol (1999) apud Rodrigues (2005), (1 número de anos para cálculo da produtividade média).

Outro benefício econômico é a redução do uso de fertilizantes no campo. De acordo com Hespanhol (2002), efluentes de sistemas convencionais de tratamento, tais como lodos ativados, têm uma concentração típica de 15 mg/L de N total e 3 mg/L de P total, proporcionando,portanto, às taxas usuais de irrigação em zonas semiáridas (aproximadamente 2 m/ano), uma aplicação de N e P de 300 e 60 kg/ha/ano, respectivamente. Essa aplicação de nutrientes reduz, substancialmente, ou mesmo elimina, a necessidade do emprego de fertilizantes comerciais. Além dos nutrientes (e dos micronutrientes, não disponíveis em fertilizantes sintéticos), a aplicação de esgotos proporciona a adição de matéria orgânica, que age como um condicionador do solo, aumentando a sua capacidade de reter água.

O aumento de produtividade não é, entretanto, o único benefício, uma vez que se torna possível ampliar a área irrigada e, quando as condições climáticas permitem, efetuar colheitas múltiplas, praticamente ao longo de todo o ano.

RISCOS DA UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DE REUSO NA AGRICULTURA

De acordo com Telles & Costa (2010), a aplicação do reuso na agricultura deve ser adequadamente administrada e tecnicamente planejada, com o intuito de otimizar seus resultadose minimizar seus riscos, com cuidados, não só no tipo de efluente utilizado, como na técnica de irrigação aplicada, seus mecanismos, condição de segurança à saúde dos trabalhadores, assim como no controle de impactos e viabilidade técnica. Entre os riscos do reuso não planejado, podem-se destacar:

- Comprometimento da saúde pública;
- Contaminação de solo;
- Contaminação de lençol freático;

- Acúmulo de nitratos, compostos tóxicos, orgânicos e inorgânicos;
- A presença de microrganismos patogênicos pode resultar em problemas sanitários pelacontaminação de culturas, água, solo e ar;
- Acúmulo de contaminantes químicos no solo;
- Aumento significativo de salinidade, em camadas insaturadas.

CUIDADOS

Dada a importância do rigor do planejamento para garantir o sucesso do reuso naagricultura é importante atentar para alguns cuidados, Telles & Costa (2010), destacam entre eles:

- Usar tipos de cultura adequados ao local;
- Efetuar o rodízio de culturas, quando necessário;
- Controlar a presença de substâncias orgânicas, inorgânicas e nitratos, em concentrações adequadas;
- Manter técnicas de irrigação projetada para cada caso;
- Aplicar um sistema adequado de drenagem;
- Combinar a produtividade da cultura com sua qualidade final;
- Usar técnicas integradas para controle de vetores; e
- Respeitar das normas de controle da saúde pública.

Com isso, Mancuso & Santos (2003), destacam uma matriz para análise de projetos de irrigação com esgotos, como medida estratégica de planejamento para reuso na agricultura, disposta no Quadro 1. A adoção de uma mistura de estratégias para o uso dos esgotos, traz a vantagem de permitir maior flexibilidade, maior segurança econômica e melhor eficiência do usodos esgotos disponíveis ao longo do ano, enquanto que a estratégia de uso único, pode levar a sobras sazonais, que são, normalmente, condenadas à disposição improdutiva.

Quadro 1 – Matriz para análise de projetos de irrigação com esgotos.

Viabilidade política e social
– Quais foram, no passado, as reações políticas a problemas de saúde e ambientaisque, eventualmente tenham ocorrido em possível conexão com o uso de esgotos? – Qual é a percepção pública da prática do uso de esgotos? – Qual é a atitude de grupos de influência em áreas onde esgotos têm possibilidade deserem utilizados? – Quais são os benefícios potenciais do reuso para a comunidade? – Quais são os riscos potenciais?
Viabilidade econômica
– Quais são os custos de capital envolvidos? – Quais são os custos de operação e manutenção? – Qual é o valor da taxa de retorno? – Quais são os custos de implantação dos sistemas de agricultura irrigada com esgotos,isto é, custos de transporte de água para a área de plantio, instalação de equipamentosde irrigação, infraestrutura, etc.? – Quais são os benefícios do sistema de irrigação com esgotos? – Qual é a relação custo/benefício do projeto de irrigação com esgotos?
Viabilidade operacional
– São os recursos humanos e a capacidade operacional locais adequados para as atividades de operação e manutenção dos sistemas de tratamento, irrigação, recarga de aquíferos, operação agrícola e controle de aspectos de saúde e meio ambiente? – Caso contrário, quais são os programas de treinamento que devem ser implementados?

Fonte: – Biswas (1988) apud Mancuso & Santos (2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido a partir do conceito de que o reuso de água é, atualmente, uma grande área de investigação que possibilita novas técnicas de tratamento e destinação final dos recursos hídricos. Assim, a metodologia aplicada baseou-se no levantamento de informações e dados obtidos em pesquisa bibliográfica e documental, bem como na análise da viabilidade de aplicação de esgotos tratados na agricultura irrigada no município de Iguatu – CE.

O município de Iguatu – CE localiza-se na região Centro – Sul do Estado do Ceará entre o Paralelo de 06° 21' 32" Sul e o Meridiano de 39° 17' 56" Oeste, configurando-se como o principal polo econômico da região, devido as atividades industriais e principalmente a agricultura. A cidadeé circundada de lagoas, tais como: Lagoa da Telha, Lagoa de Iguatu, Lagoa da Bastiana, Lagoa do Barro Alto, etc. Além das lagoas, a cidade fica à margem esquerda do Rio Jaguaribe, o qual teve importante papel no povoamento do interior cearense.

O trabalho foi iniciado a partir da coleta e avaliação microbiológica dos efluentes tratados pela Estação de Tratamento de Esgotos de Iguatu – CE e despejados no rio Jaguaribe.

Figura 1 - Localização da área de pesquisa.

Fonte: Adaptado de Google Earth 1.0

A ETE de Iguatu recebe os esgotos sanitários da área urbana do município para realização do tratamento com filtros de carvão ativo (último estágio do tratamento de efluentes – tratamento terciário) e despeja o resultado do tratamento para o rio Jaguaribe, onde muitas comunidades ribeirinhas utilizam as suas águas para diversas atividades, inclusive para irrigação de pequenas propriedades agrícolas. A ETE utiliza um reservatório para sedimentação de partículas com a finalidade de remover resíduos finos em suspensão nos efluentes e encaminha para os quatro filtros de carvão ativo para o tratamento dos esgotos, com a retenção das partículas orgânicas e inorgânicas menores. A água que sai dos filtros foi o ponto de coleta para a avaliação

microbiológica.

Foram realizadas 3 (três) coletas em dias diferentes do mês de dezembro de 2011, considerado o de maior fluxo de esgotos na ETE, e cada coleta foi dividida em duas amostragens, uma em frascos de vidro estéril com capacidade de 1000 mL e colocados em caixas de isopor para a análise microbiológica (foi realizada a tríplice lavagem dos recipientes com a água da fonte de coleta). Após a coleta a análise microbiológica foi realizada no Laboratório de Análise de Águas da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), em Salgueiro – PE.

A avaliação da qualidade microbiológica da água foi realizada seguindo três critérios fundamentais: o primeiro foi através da quantificação de indicação de contaminação fecal, em seguida foram avaliadas as condições da água e por fim os padrões de qualidade da água de acordo com suas classes, conforme distribuídos no Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros para avaliação microbiológica da água.

Critérios	**Parâmetros avaliados**
Indicadores de contaminação fecal	– Coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*).
Condições da água	– Turbidez (em unidades nefelométricas de turbidez); – Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L); – Oxigênio Dissolvido (mg/L); – pH.
Padrões de qualidade da água	1)Totais de Sólidos Dissolvidos (mg/L); 2)Fósforo (mg/L); 3)Mercúrio (mg/L).

Fonte: Resultados da pesquisa

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O reuso de água na agricultura irrigada consiste em um instrumento técnico e ambientalmente viável que possibilita o aumento da produtividade, a racionalização da água e minimização de impactos ambientais. Porém, de acordo com Mota (2000) apud Brites (2008) a utilização de esgotos tratados na irrigação deve considerar a qualidade necessária para o efluente a ser utilizado, em função dos tipos de cultura a irrigar e o tratamento a ser aplicado ao esgoto, dependendo da qualidade desejada para o efluente. Com isso, é possível constatar a viabilidade do reuso de água às técnicas de irrigação a serem utilizadas com as devidas medidas de controle

ambiental a serem adotadas.

Assim, a avaliação da qualidade da água de irrigação que utiliza esgotos tratados, é fundamental para a viabilidade dos projetos de reuso de água na irrigação. A qualidade dos efluentes pode comprometer o sucesso da prática do reuso, como também a produtividade e causar problemas à saúde pública. De acordo com Lima *et al*., (2020), as bactérias do grupo coliformes são indicadores rotineiramente encontrados em pesquisas associadas à qualidade da água para o consumo humano. Fazendo-se necessário análises continuas, para assegurar o consumo de uma água de qualidade.

Os resultados da análise microbiológicas dos esgotos coletados na ETE de Iguatu – CE foram comparados com os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, para as Águas Doce que podem ser utilizadas na irrigação. Os parâmetros estabelecidos pelo CONAMA classificam as águas doces que podem ser utilizadas na irrigação em três classes, a saber: Classe 1: irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; Classe 2: irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; Classe 3: irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras (BRASIL, 2005b). Os valores dados pela Resolução podem ser observados no Tabela 3.

Tabela 3 – Padrões para análise microbiológica da água de reuso

	Limite máximo		
Critérios			
	Classe 1	**Classe 1**	**Classe 1**
Indicador de contaminação fecal	Coliformes Termotolerantes	200/100mL	1.000 / 100 mL
Condições da Água	Turbidez (UNT)	40 UNT	100 UNT
	Demanda Bioquímicade Oxigênio (mg/L)	3 mg/L	5 mg/L
	Oxigênio Dissolvido(mg/L)	Não inferior a 6mg/L	Não inferior a 5 mg/L
Padrões de qualidadeda água	Totais de Sólidos Dissolvidos (mg/L)	500 mg/L	500 mg/L
	Fósforo (mg/L)	0,1 mg/L	0,1 mg/L
	Mercúrio (mg/L)	0,0002mg/L	0,0002 mg/L

Fonte: Resultado da pesquisa.

As preocupações quanto aos níveis de qualidade, contaminação das águas e manutenção dosrecursos hídricos assumem importância, à medida que a água é destinada ao consumo humano oua transformação econômica, como a irrigação (MATTOS & SILVA, 2002). Água não potável, ou seja, contaminada de alguma forma por agentes patogênicos nocivos pode comprometer o desenvolvimento da produção agrícola e por em perigo a saúde de seus consumidores.

Para Oliveira *et al*., (2020), a contaminação da água ainda é um problema recorrente em várias localidades do Brasil, sendo de extrema importância a realização de análises microbiológicas para prevenindo doenças. Estudos que realizam análise microbiológica da água tem importância como medida preventiva e auxiliar nas políticas públicas de saneamento básico, trazendo informação aos órgãos competentes para que mais análises sejam realizadas e sejam intensificados as medidas preventivas.

Como a água constitui um importante meio de transmissão de doenças a análise microbiológica foi fundamental, principalmente na avaliação de parâmetros com a finalidade de evitar a redução da produção e principalmente a minimização de problemas ambientais e à saúde pública, conforme pode-se observar os resultados distribuídos na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultado da análise microbiológica das amostras de esgoto da ETE de Iguatu – CE.

Parâmetros	**Amostra 01**	**Amostra 02**	**Amostra03**	**Média**
Coliformes Termotolerantes	4887	5102	5089	5089
Turbidez (UNT)	128	133	129	130
DBO (mg/L)	44,1	41,2	41,15	42,15
OD (mg/L)	1,05	1,06	0,99	1,03
pH	6,5	6,5	6,5	6,5
TDS (mg/L)	909	830	831	856,67
P (mg/L)	5,98	6,07	6,06	6,03
Hg (mg/L)	3,77	3,65	3,81	3,74

Fonte: Resultados da pesquisa

6. CONCLUSÕES

O reuso de água na agricultura com a aplicação de esgotos tratados tem o objetivo de garantira produtividade e a sustentabilidade das culturas irrigadas. Mas é possível, adotando-se técnicas epráticas que avaliem possíveis impactos negativos

ao sistema agrícola, bem como problemas ambientais e riscos a saúde pública, e suas medidas mitigadoras.

No entanto, de acordo com os parâmetros microbiológicos, os esgotos da ETE Iguatu – CE são impróprios ao uso na agricultura, constituindo numa alternativa inviável de reuso, tanto pelo potencial de poluição do rio Jaguaribe como pela intoxicação de patógenos. Foram encontradas quantidades muito elevadas de ovos de *Escherichia coli*, considerado um indicador de contaminação fecal, o que provoca riscos de transmissão de doenças de veiculação hídrica. As condições da água e os padrões tóxicos são desfavoráveis a sua aplicação, podendo acarretar em problemas estéticos e poluição das águas em reservatórios e comprometimento dos processos de tratamento e da produção agrícola.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Iguatu – SAAE, Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE/Campus Iguatu pelo apoio na pesquisa.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. C. et al. **Água e desenvolvimento sustentável no Semiárido**. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2002. 169 p. (Série Debates).

BENETTI, A. D. Reuso de águas residuárias na agricultura: cenário atual e desafios a serem enfrentados. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE O USO DA ÁGUA NA AGRICULTURA, 2, 2006, Passo Fundo. **Anais**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2006. p. 160-175.

BERBARDI, C. C. **Reuso de água para agricultura**. 2003. 63 f. Monografia (Especialização emGestão Sustentável da Agricultura Irrigada) – Fundação Getúlio Vargas, Brasília, 2003.

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 398 p.

BRASIL. Resolução CNRH nº 54, de 28 de novembro 2005. Estabelece modalidades, diretrizes ecritérios gerais para a prática de reuso direito não potável de água, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 31, 28 nov. 2005a. Seção 1, p. 31-36.

BRASIL. Resolução CNRH nº 121, de 16 de dezembro de 2010. Estabelece diretrizes e critérios para a prática de reuso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução CNRH nº 54, de 28 de novembro de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 42, 16 dez. 2010. Seção 1, p. 42-45.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação doscorpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 33, 17 mar. 2005b. Seção 1, p. 33-36.

BRITES, C. R. C. **Abordagem multiobjetivo na seleção de sistemas de reuso de água em irrigação paisagística no Distrito Federal**. 2008. 280 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

CORREIA NETO, S. J. et al. A importância do reuso de água em centros de treinamento de combate a incêndio. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 6, 2010, Niterói. **Anais**. Niterói: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010. p. 55-68.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recargade aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 75-95, out./dez.2002.

LAVRADOR FILHO, J. **Contribuição para o entendimento do reuso planejado da água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil**. 1987. 264 f. Dissertação (Mestradoem Engenharia Agrícola) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

LEITE, A. M. F. **Reuso de água na gestão integrada de recursos hídricos**. 2003. 120 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2003.

LIMA, T. M. de F. G.; RIOS, D. A. da S. Avaliação microbiológica de água para consumo em instituições de ensino fundamental de rede pública. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p. 36201-36208, 2020.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. (Ed.). **Reuso de água**. Barueri: Manole, 2003. 579 p (Coleção Ambiental).

MATTOS, M. L. T.; SILVA, M. D. Controle da qualidade microbiológica das águas de consumona microbacia hidrográfica Arroio Passo do Pilão. **Comunicado Técnico**, Pelotas: Embrapa, n. 61, dez. 2002.

OLIVEIRA, R. P. B.; SIQUEIRA, A. A.; NUNES, A. L. V. F.; RIBEIRO, K. C.; DOMITH, L. de L.; CHAVES, S. R. Análise Microbiológica da Água para Consumo Humano em uma Comunidadedo Município de Santana do Riacho – MG. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p. 18552- 18563, 2020.

PEREIRA, A. N.; OLIVEIRA, J. B. **Normas para apresentação de trabalhos acadêmico-científicos**. Iguatu: EAFI-CE, 2008. 62 p.

PHILIPPI JÚNIOR, A. *et al*. (Ed.). **Curso de gestão ambiental**. Barueri: Manole, 2004. 589 p (Coleção Ambiental).

POMPEO, R. P. Avaliação técnica e econômica da utilização do efluente da ETE Martinópolis **– São José dos Pinhais-PR**. 2007. 195 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

RODRIGUES, R. S. **As dimensões legais e institucionais do reuso de água no Brasil: propostade regulamentação do reuso no Brasil**. 2005. 192 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 188 p.
SOUZA, M. A. A. A imposição ambiental como fator indutor da implantação do reuso da água. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CENTRO OESTE, 3, 2004, Goiânia. **Anais**. Goiânia: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2004. p. 75-95.

TAVARES, L. C.; ALMEIDA, I. R.; DIAS, É. C.; TEIXEIRA, L. G.; FERNANDES, L. L. Avaliação da qualidade da água de abastecimento do campus saúde da cidade universitária José da Silveira Netto, Belém, Pará. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, p. 11392-11404, 2019. TEIXEIRA, A. H. de C. E.; SILVA, A. L.; ASSIS, B. V.; OLIVEIRA, I. A.; SILVA, J. C.; N., P. da S.; JACOB, R. S. Análise da viabilidade da instalação de um sistema de reuso de água cinza napontifícia universidade católica de Minas Gerais unidade Barreiro. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, p. 13005-13012, 2019.

TELLES, D. A.; COSTA, R. P. (Coord.) **Reuso da água: conceitos, teorias e práticas**. 2. ed. SãoPaulo: Blucher, 2010. 408 p

XAVIER, L. G. **Sistema de gestão ambiental: a reutilização da água no processo produtivo de uma siderúrgica**. 2007. 67 f. Monografia (Curso de Engenharia de Produção) – UniversidadeFederal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007.

CAPÍTULO 13

AVALIAÇÃO *IN VITRO* DE FUNGOS RUMINAIS COMO PROBIÓTICO PARA OVINOS EM DIETA DE ALTO GRÃO

Ronaildo Fabino Neto
Doutorando em Zootecnia pela Universidade Federal de Goiás
Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Ceres
Endereço: Rodovia GO 154, Km 03, Zona Rural, CP 51, Ceres-GO, Brasil
E-mail: ronaildo.neto@ifgoiano.edu.br

Thiago Dias Silva
Bacharel em Zootecnia pela Instituto Federal Goiano - Campus Ceres
Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Ceres
Endereço: Rua Dona Mariquinha, Qd.12, Lote 19, Negrão de Lima, Goiânia-GO, Brasil
E-mail: Thiago.zootecnia@outlook.com

Flávia Oliveira Abrão
Doutora em Zootecnia pela Universidade Federal de Minas Gerais
Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Ceres
Endereço: Rodovia GO 154, Km 03, Zona Rural, CP 51, Ceres-GO, Brasil
E-mail: flavia.abrao@ifgoiano.edu.br

Jakcelly Custodio Ferreira
Acadêmico Bacharel em Zootecnia pelo Instituto Federal Goiano – Campus Ceres
Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Ceres
Endereço: Rodovia GO 154, Km 03, Zona Rural, CP 51, Ceres-GO, Brasil
E-mail: jakcellycustodio@gmail.com

Luis Henrique Curcino Batista
Doutorando em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista de Jaboticabal
Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Ceres
Endereço: Department of Animal Science, Unesp, Jaboticabal-SP, Brasil
E-mail: luishenrique_94cb@hotmail.com

Bruno Carvalho da Silva
Acadêmico Bacharel em Zootecnia pelo Instituto Federal Goiano – Campus Ceres
Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Ceres
Endereço: Rodovia GO 154, Km 03, Zona Rural, CP 51, Ceres-GO, Brasil
E-mail: brunocarvalho4625@gmail.com

Rafael Ícaro Matos Vieira
Mestrado em Biologia Microbiana pela Universidade de Brasilia
Instituição: Universidade de Brasilia
Endereço: Rua 37, nº 336, Bairro Buritis, Goianésia, - GO, Brasil
E-mail: rafaelicarom@gmail.com

Eliane Sayuri Miyagi
Doutora em Ciência Animal pela Universidade Federal de Goiás
Instituição: Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Goiás
Endereço: Rodovia Goiânia, Km 8 s/n Campus - Samambaia, Goiânia - GO, Brasil
E-mail: eliane_miyagi@ufg.br

RESUMO: Fungos com potencial probiótico surgem como uma alternativa para melhorar a digestibilidade em dietas de alto grão de milho para ruminantes, pois aumentam a disponibilização de amido no rúmen. Um fungo potencial probiótico deve possuir uma boa atividade enzimática e não ser produtor de micotoxinas. Sendo assim, na pesquisa conduzida no laboratório de microbiologia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, utilizou-se 30 fungos provenientes da microbiota ruminal de ovinos Santa Inês arraçoados com alto grão, sendo avaliados em três tempos de incubação (24, 42 e 72 horas) quanto à produção de enzimas que degradam o amido. Foi mensurada a atividade amilolítica dos isolados fúngicos em meio YBN com 0,2% de amido solúvel, a partir da ação da amilase no meio, realizado o microcultivo para identificação de gêneros fúngicos, teste de vapor de amônia para identificação de isolados produtores de micotoxinas, ensaio de viabilidade no fluido ruminal e microscopia eletrônica de varredura para verificação de colonização do grão de milho. Todos os isolados foram capazes de sobreviver no fluido ruminal em ensaio *in vitro* e apresentaram atividade amilolítica, contudo apenas oito destes não foram micotoxigênicos. Dos 30 isolados testados, 21 sãodo gênero *Aspergillus* spp., seis do gênero *Rhizopus* spp. e três *Rhizomucor* spp., sendo que 70,53 % são produtores de micotoxina, inviabilizando-os como futuros potenciais probióticos. Alguns dos isolados apresentaram potencial para serem usados como probióticos na dieta de alto concentrado de grão para ovinos.

PALAVRAS-CHAVE: amido, dieta de alto concentrado, fungo anaeróbio, probiótico ruminantes.

ABSTRACT: Fungi with probiotic arises with an alternative to increase digestibility in high grain corn diets for ruminants as they increase the availability of starch in the rumen. A potential probiotic fungus must have a good enzymatic activity, not being a producer of mycotoxins. Therefore, the research carried out in the microbiology laboratory of Institute Federal Goiâno - Campus Ceres, used 30 fungi from the ruminal microbiota of Santa Inês sheep grazed with high grain and evaluated in three incubation times (24, 42 and 72 hours) for the production of starch-degrading enzymes. The amylolytic activityof the fungal isolates was measured in YBN medium with 0.2% soluble starch, from the action of theamylase in the enviroment, the microculture was done to identify fungal genus, ammonia vapor test to identify mycotoxin-producing isolates, viability assay in the ruminal fluid and scanning electron microscopy to verify the colonization of the corn grain. All isolates showed amylolytic activity, however only eight of these were not mycotoxigenic. Of these, all were able to survive in ruminal fluid in *in vitro* assays. Of the 30 that were tested in isolation, 21 are of the genus *Aspergillus* spp., six of the genus *Rhizopus* spp. and three *Rhizomucor* spp., 70.53 % are mycotoxin producers, making, thou, impossible to used as potential future probiotics. Some of the isolates presented potential to be used as probiotics in the high concentrate grain diet for sheep.

KEYWORDS: anaerobic fungus, high concentrated diet, probiotic, ruminants, starch

1. INTRODUÇÃO

A digestibilidade ruminal do amido do grão de milho é limitada pela matriz proteica que é uma estrutura amorfa com função estrutural do grão que encapsula os grânulos de amido (PAES, 2006). Essa matriz está presente principalmente no endosperma vítreo dos grãos (PAES, 2006) e a sua degradação pode melhorar a velocidade e a extensão da digestão do amido (HUMER; ZEBELI, 2017). Em função da matriz proteica, observa-se perdas significativas de amido nas fezes dos animais submetidos a sistemas de arraçoamento de alto grão (PAULINO *et al*., 2013). Os fungos do TGI penetram com seus rizoides na matriz proteica do milho, mas não tem ação nos grânulos de amido, enquanto que enzimas amilases extracelulares são liberadas para a degradação destes (PESSOA, 2016).

Apesar dos ganhos comprovados com animais em fase de terminação confinados alimentados com dieta de alto grão e pouca fibra (BERNARDES *et al*., 2015; PARENTE *et al*., 2016; VENTURINI *et al*., 2016), observa-se que, frequentemente, os mecanismos fisiológicos de homeostase são rompidos, ocorrendo redução do pH ruminal, causado pela alteração da ecologia microbiana do rúmen. Desse modo, o animal fica mais susceptível a doenças metabólicas e infecciosas (DONG *et al*., 2013; SEDDIK *et al*., 2019; ZHANG *et al*., 2019). Contudo, é válido respaldar que a notável capacidade de produção proteica nos ruminantes é dependente do sistema de pré-estômagos, o qual alberga complexo ecossistema microbiano (bactérias, protozoários, fungos e outros), responsáveis por sínteses das principais fontes energéticas (AGCC) além de serem uma das principais fontes proteica dos ruminantes (proteína microbiana) (ARCURI; LOPES; CARNEIRO, 2011a).

Dessa forma, evidencia-se a relevância da utilização de aditivos microbianos na alimentação de ruminantes, principalmente daqueles confinados por um período mais longo, arraçoados com alto teor de concentrado, tais como os probióticos de caráter fúngico, que são capazes de produzir e liberar enzimas extracelulares, tais como, a amilase, melhorando a digestibilidade e, consequentemente, o desempenho animal (ARCURI; LOPES; CARNEIRO, 2011b; VIEIRA *et al*., 2015; ABRÃO *et al*., 2017; FABINO NETO *et al*., 2017).

De acordo com Soares *et al*. (2010) e Abrão *et al*. (2018 a) fungos para serem usados com probiótico devem apresentar as seguintes características: capazes de sobreviverem as condições ruminais, não ser patogênicos ou tóxicos, capaz de

produzir enzimas digestivas, capazes de se multiplicarem mantendo uma relação de simbiose com as demais populações microbianas ruminais ecom o próprio hospedeiro e participara dos processos de digestão e fermentação ruminal melhorandoassim a utilização dos alimentos.

Estudos têm sido realizados com objetivo de evidenciar a capacidade de alguns microrganismosde serem usados como potenciais probióticos. Pesquisa tem mostrado os potenciais dos fungos como produtores de enzimas capazes de degradar os grânulos de amido, sendo eles os principais microrganismo usados na produção de enzima, responsável por 64 %, superior às bactérias, que respondem por apenas 24 % das enzimas produzidas comercialmente (SOARES *et al*., 2010). Os fungos isolados do TGI de animais já são adaptados às condições ruminais, o que pode garantir maiores respostas como probióticos para ruminantes (ABRÃO *et al*., 2018 a).

Objetivou-se isolar e identificar fungos do rúmen de ovinos sob dieta de alto grão, e selecionaros gêneros com características desejáveis para ser usado como probióticas com simulação *in vitro*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. LOCAL DO ENSAIO DE VIABILIDADE DOS FUNGOS

Esse estudo foi realizado no Laboratório de Microbiologia do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, localizado na Rodovia GO 154, km 3, Zona Rural, no município de Ceres-GO, coordenadas geográficas: latitude 15°21’00” S e longitude 49°36’05” W altitude de 542 m acima donível do mar. O ensaio de viabilidade dos fungos em *in vitro* foi realizado no primeiro semestre de 2017.

O projeto foi submetido à apreciação da Comissão de Ética de Uso de Animais (CEUA) do Instituto Federal Goiano, com aprovação em 20/09/2016 com número de protocolo 9356170616.

2.2. OBTENÇÃO DOS ISOLADOS FÚNGICOS

Os microrganismos que foram utilizados neste experimento foram isolados de ovinos confinados recebendo dieta de alto grão (sem volumoso), 85 % milho, milheto e/ou sorgo e 15 % de núcleo. Os isolados fúngicos foram obtidos em trabalhos prévios conduzidos por Fabino Neto *et al*. (2017) e Abrão *et al*. (2018b) e fazem parte de uma coleção de fungos estocada no laboratório de Microbiologia do Instituto Federal Goiano, Campus Ceres.

2.3. IDENTIFICAÇÃO DOS ISOLADOS OBTIDOS

Trinta isolados fúngicos provenientes do rúmen de ovinos foram agrupados por morfotipologia (cor, borda, superfície, fundo, aspecto, etc.) (CALUMBY *et al*., 2019) e posteriormente, um representante de cada morfotipo foi identificado até gênero por técnica de microcultivo, conforme metodologia descrita por Lacaz *et al.* (2002).

2.4. AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE AMILASE

A habilidade de degradar amido foi usada como critério para determinação da produção de enzimas amilolíticas. Foi utilizado meio YNB acrescido de 0,2 % de amido solúvel, como única fontede carbono.

Os fungos foram cultivados no centro da placa com meio de cultura, em triplicata. Os cultivosforam incubados a 37 ºC, para medição do tamanho da colônia, tamanho do halo enzimático e verificação do índice de atividade enzimática, em cada um dos tempos de avaliação (24, 48 e 72 horas). Após a medição do tamanho da colônia, foi adicionado corante Vermelho Congo em cada umdesses tempos, para medição da zona clara ao redor da colônia (correspondente ao halo de degradaçãoenzimático pela ação da amilase). Todas as medições foram realizadas com o auxílio de paquímetro. O restante do meio (não degradado) permaneceu corado de vermelho (HANKIN; ANAGNOSTAKIS,1975).

2.5. AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE MICOTOXINAS

Para avaliação da produção de micotoxinas, foi utilizado o método descrito por Saito e Machida (1999), que faz uso do vapor de amônia para identificação de cepas produtoras e não produtoras. Os fungos (em triplicata) foram cultivados em placa de Petri com ágar BDA, incubados a 37 ºC por 120 horas e depois foi adicionado dois mL de hidróxido de amônio nas tampas das placas. Em seguida, as placas com os fungos foram vedadas e incubadas novamente por mais 24 horas, e posteriormente foram feitas as leituras da coloração da base das colônias crescidas. De acordo com Baptista; Horii; Baptista, 2004) fungos produtores de micotoxina apresentam mudanças na coloração no verso da colônia após adição da amônia.

2.6. TOLERÂNCIA AOS ÁCIDOS GRAXOS DE CADEIA CURTA DO RÚMEN

Dez mL de uma mistura constituída por ácidos acético, propiônico e butírico foram adicionados a 990 mL de caldo composto por 3,5 g/L de extrato de levedura, 5 g/L de peptona e 10 g/L de uma forma de glicose. A concentração final de AGCC no meio foi de 101,4; 31,4 e 23,4 mmol/L de ácidos acético, propiônico e butírico (proporção de 65:20:15), respectivamente. Um mL de cada isolado testado foi

adicionado a 9 mL da mistura descrita anteriormente e, incubados a 39 °C, em jarras de anaerobiose por 24 h, em triplicata (NOORAEE *et al*., 2010). Também foi testada a proporção 50:40:10 dos respectivos ácidos; sendo esta comumente encontrada no rúmen de animais arraçoados com alto concentrado. Após o período de incubação foi realizada a recuperação e identificação dos inóculos.

2.7. ENSAIO DE VIABILIDADE FÚNGICA NO FLUIDO RUMINAL

Para verificar a viabilidade e a capacidade de multiplicação dos inóculos fúngicos em associação com a microbiota autóctone ruminal, foi realizado o teste de recuperação dos fungos ao longo de diferentes tempos de incubação. Em frascos de penicilina foram adicionados 0,5 mL de uma solução padronizada de esporos fúngicos e 4,5 mL de fluido ruminal e, em seguida os frascos foram levados à estufa a 39 °C.

Foram retiradas alíquotas de 1 mL dos frascos nos tempos de 0, 24, 48, 72 e 96 horas e os inóculos foram plaqueados em meio Ágar Sabouraud. Posteriormente, os isolados que se desenvolveram no meio de cultura e que apresentaram morfotipologia semelhante ao aditivo inoculado foram repicados para tubos contendo o mesmo meio para posterior identificação confirmatória.

2.8. MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

Soluções padronizadas de esporos dos fungos viáveis foram adicionadas aos frascos de penicilina acrescidos de fluido ruminal autoclavado ou não com grãos de milho inteiro. A capacidade de colonização sobre o grão foi evidenciada por microscopia eletrônica conforme metodologia descrita por Lempp (1997). As imagens geradas foram registradas digitalmente com diferença de potencial variável de 2,5 a 5 Kv e distância focal de trabalho de 14-16 mm.

2.9. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foram utilizados testes não-paramétricos, sendo Qui-Quadrado para taxas de detecção, Wilcoxon para análises de comparação de dois grupos, Friedman ou Kruscall-Wallis para dados de quantificação (ARNHOLD, 2013; R CORE TEAM, 2015). Foram realizadas análises descritivas das características sensoriais do fluido ruminal (cor, odor, viscosidade e PRAM).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. ISOLADOS FÚNGICOS

Dos 30 isolados fúngicos selecionados e identificados, 21 foram do gênero *Aspergillus* spp., seis do gênero *Rhizopus* spp. e três *Rhizomucor* spp., os quais foram

avaliados quanto ao seu potencial probiótico. Abrão *et al*. (2015) comparando as características físico-químicas e a população fúngica do conteúdo ruminal de novilhos em pastejo de capim *Brachiaria* spp. com novilhos confinados sob dieta de alto grão com milho e núcleo (85:15) observaram a predominância dos fungos do gênero *Aspergillus* spp. tanto para animais em pastejo quanto para confinados. Flipphi *et al*. (2009) justificaram a predominância desse gênero por ser versátil e eficiente em catabolizar diferentes fontes de carboidratos solúveis, assim como, polímeros complexos.

Os fungos do gênero *Rhizopus* spp. são considerados pela FAOSTAT (2016) seguros para uso alimentar (MIYAOKA, 2012). De acordo com Miyaoka (2012), fungos do gênero *Rhizopus* spp. São capazes de se desenvolver em diferentes substratos. Esse gênero de fungo é largamente utilizado na Ásia para produzir produtos alimentícios e compostos fenólicos (RANDHIR; SHETTY, 2007).

Bernardes *et al*. (2014) avaliaram a capacidade do fungo da espécie *Rhizomucor miehei* em produzir α-amilase sobre diferentes tipos de substrato (quirera de arroz, quirera de milho e farelo de sorgo), e evidenciaram o potencial desse fungo para a produção de α-amilase a partir de subproduto agroindustrial em tempo de incubação de 48h, para pH entre 4,0 a 5,0 e temperatura de até 70 ºC.

Dessa forma, as características manifestadas pelos gêneros foram os fatores levados em consideração para as suas escolhas nesse estudo, pois são características que os apontaram como prováveis potenciais probióticos a serem usados na dieta de alto grão para ruminantes.

3.2. PRODUÇÃO DE AMILASE

Todos os isolados foram capazes de degradar amido, demonstrando que todas as cepas avaliadas possuem relevante atividade amilolítica ($P>0,05$). Como era esperado, o diâmetro médio da colônia (DMC) teve aumento gradativo, conforme o passar do tempo, diferindo entre si pelo teste de Friedman a 1 % de significância. No período correspondente a 72 horas, observou-se o maior tamanho relativo das colônias. O mesmo pode ser verificado para o halo de degradação do amido (DMH), que também diferiu estaticamente entre si ($P<0,01$) (Tabela 1). O halo cresce em proporção maior quando comparado com o crescimento da colônia de forma proporcional.

Tabela 1 - Diâmetro médio da colônia (DMC), diâmetro médio do halo de degradação do amido (DMH) e índice de atividade enzimático (IAE), em três diferentes períodos de incubação.

Variáveis	Tempo de observação		
	24 horas	48 horas	72 horas
DMC, mm	0,374[c]	1,426[b]	3,285[a]
DMH, mm	0,751[c]	3,096[b]	5,704[a]
IAE	2,169[a]	2,320[a]	1,980[a]

Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença significativa no tempo pelo teste de Friedman (α = 1 %).

Contudo, para o índice de atividade enzimática (IAE), que mede a relação DMH/DMC, não houve diferença significativa entre os tempos testados. Não obstante, a sua ocorrência se dá desta maneira porque conforme o halo de degradação da amilase aumenta, o tamanho da colônia também aumenta, fazendo com que o índice de atividade enzimática se mantenha equivalente nos três períodosde visualização. Soares *et al*. (2010), também verificaram que os índices enzimáticos para a amilase, medidos pela mesma relação, também não diferiram entre si com e sem refrigeração, ao se utilizar um meio completo e BDA, com e sem celulose.

Segundo Lealem e Gashe (1994), a habilidade do microrganismo em degradar o amido é estabelecida pelo índice de atividade enzimática, recomendando que o mesmo seja igual ou superiora dois para que a habilidade em degradar o amido seja considerada boa. Mesmo não havendo diferença significativamente estatística entre os IAE nos três períodos de incubação, é possível observar que após as primeiras 48 horas, o poder de degradação do amido dos inóculos diminuiu. Noentanto isso não reflete uma menor habilidade na produção de amilase, e sim um crescimento proporcional de colônias e halos de degradação, o que leva a IAE’s próximos a dois. Dessa forma podemos observar que a partir de 72h o IAE tende a diminuir.

3.3. PRODUÇÃO DE MICOTOXINAS, VIABILIDADE FÚNGICA NO FLUIDO RUMINAL,TOLERÂNCIA AOS AGCC E HABILIDADE MECÂNICA SOBRE GRÃO DE MILHO (MEV)

Para os 30 inóculos estudados no experimento, 19 são produtores de micotoxina, representandoum percentual de 63,33 %. Estes, inicialmente, não são recomendados para compor um probiótico, pois as micotoxinas produzidas pelos mesmos podem causar efeitos indesejáveis ao metabolismo animal. Segundo Maziero e Bersot (2010), as micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por fungos

filamentosos, com baixo peso molecular, que apresentam efeito tóxico para os animais, plantas e outros microrganismos.

Abrão *et al*. (2018a) avaliando inocuidade micotoxicológica de algumas espécies do gênero *Aspergillus* ssp., sob as condições dos seus estudos, confirmaram que as espécies investigadas não produziram aflotoxinas, sendo estas um tipo de micotoxina comumente produzida pelo *A. flavus*. Noentanto, estudos têm mostrado que outras espécies como o *Aspergillus niger*, além de outros gêneros, como *Fusarium solani*, *Penicillium fumiculosum* e *P. rubrum* podem ser capazes de realizar ações opostas impedido o crescimento do *A. flavus*, em meio de cultura combinado. Já Baptista; Horii; Baptista (2004) em seus achados observaram que os fungos *Rhizopus stolonifer, R. oryzae, Saccharomyces cerevisae e Brevibacterum linens* podem inibir o desenvolvimento do *A. flavus*. Sendo esse relato importante, pois um dos fungos investigados nesse estudo é o *Aspergillus terreus*, que pode auxiliar no controle de outros fungos indesejáveis produtores de micotoxinas. Farag *et al*. (2016) confirmaram que a enzima quitinase purificada produzida por *Aspergillus terreus* inibiu o crescimento de *A.* niger, *A.* oryzae, *Penicillum* oxysporium, *Rhizocotonia solani*, *Candida albincas* e *Fusarium solani*, não apresentando efeito inibitório para o crescimento do fungo *Rhizopus oryzae*.

Esses mesmos autores verificaram a ação antibacteriana contra bactérias patogênicas como *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi* e *Pseudomonas aeruginosa*, porém não apresentou atividade antibacteriana contra *Escherichia coli*.

Das oito cepas que não produziram micotoxinas, todas sobreviveram às condições do fluido ruminal diante da comunidade autóctone existente no rúmen de animais submetidos à dieta de alto grão, em todos os tempos de incubação. A capacidade do fungo sobreviver mantendo uma relação simbiótica com demais microrganismos ruminais contribui para a manutenção de sua comunidade dentro do ecossistema, estabelecendo assim, equilíbrio entres as populações microbianas. Segundo Zábranský *et al.* (2016) esse equilíbrio da comunidade autóctone do rúmen contribui para aumento na imunidade do hospedeiro melhorando o desempenho.

Abrão *et al.* (2018a) verificaram a capacidade do *Aspergillus terreus* e do *Aspergillus fumigatus*em resistir à pressão da comunidade microbiológica do rúmen de bovinos sob dieta com fonte de volumoso, concluindo que devido a essa característica, associada ao potencial celulolítico e a não produção de microtoxina, esses dois fungos apresentam potenciais para serem utilizados como probióticos na

nutrição de bovinos alimentados com forragem.

Todos os isolados testados foram viáveis após incubação de 24 h no meio Sabouraud, com as diferentes concentrações dos principais ácidos graxos voláteis do rúmen (acético: propiônico: butírico, nas proporções de 65: 20: 15 e 50: 40: 10, respectivamente). Os resultados desse trabalho corroboram com de Abrão et al. (2018a) que avaliaram a viabilidade do fungo *Aspergillus* spp. em três diferentes proporções dos AGCC (65:20:15, 72:20:08 e 50:40:10), em três tempos de recuperação (0, 24 e 96 h), e verificaram que todos os isolados apresentaram viabilidade após o período de incubação nos diferentes tempos. A capacidade dos isolados de tolerar as concentrações dos AGCC é importante para confirmar a viabilidade dos fungos em manter a atividade constante na degradaçãodo grão.

Um representante de cada um dos gêneros *Aspergillus* spp. e *Rhizomucor spp.* que se destacaram na produção de enzimas seguiram para a verificação da colonização do grão de milho sobmicroscopia eletrônica de varredura. Nas Figuras 01 e 02 é possível observar as hifas do micélio e estrutura reprodutiva formada por centenas de esporos fúngicos de duas cepas de interesse. Ainda naFigura 03, é possível identificar a capacidade de desenvolvimento dos fungos sobre o milho inteiro ea habilidade na ruptura da superfície dos grãos. Segundo Tortora; Funke; Case (2017), as hifas aéreassão as responsáveis por sustentar os esporos reprodutivos, os quais se encontram numa estrutura denominada micélio, formada por um conjunto de hifas. Segundo Paixão *et al*. (2004), as hifas de fungos do gênero *Aspergillus* spp. São septadas e se ramificam dicotomicamente em ângulos agudos.

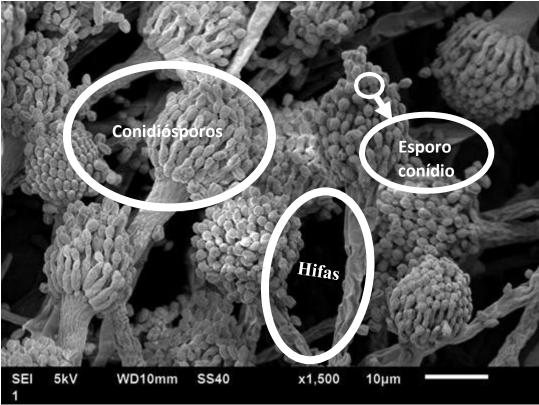
Figura 1 - Hifas com estrutura reprodutiva na extremidade, indicando presença de conidiósporos e inúmeros esporosdo gênero Aspergillus spp. sobre o grão de milho inteiro, sob aumento de 1500x, e distância.

Fonte: Os Autores.

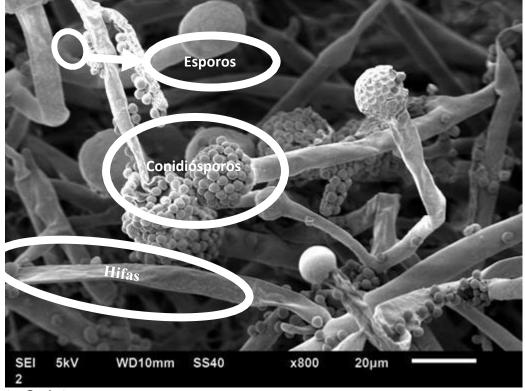
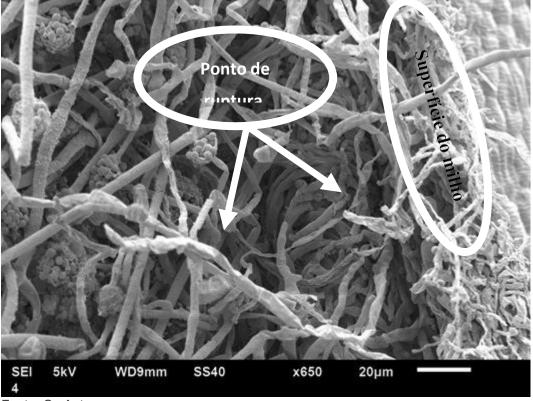
FIGURA 2 - Hifas e estrutura reprodutivas e esporos características do gênero Rhizomucor spp. sobre grãos de milhointeiros, sob aumento de 800x, e distância de 5kv.

Fonte: Os Autores.

Figura 3 - Colonização fúngica sobre a superfície do milho, evidenciando um ponto de ruptura e aumento da superfície exposta, sob aumento de 650 x em microscopia de varredura, e distância de 5kV.

Fonte: Os Autores.

Nesse estudo foi possível observar pelo ensaio *in vitro* que os fungos anaeróbios do rúmen de ovinos selecionados são promissores para serem usados como probióticos em dieta de alto grão, comodemonstrado pela ação enzimática na degradação do amido, verificada pela capacidade de produzir a enzima amilase, assim como, pela ação mecânica sobre os grãos de milho, evidenciada nas imagens de microscopia de varredura. Os gêneros de fungos selecionados demonstraram ainda, a não produção de micotoxinas e de serem capazes de sobreviver à pressão da microbiota autóctone do rúmen, além de serem tolerantes aos principais ácidos graxos de cadeia curta.

4. CONCLUSÃO

Os fungos *Aspergillus terreus* e *Rhizomucor* foram os que se destacaram nas condições dessa pesquisa, apresentando características para serem usados como probióticos promissor para ovinos sobdieta de alto grão. Contudo, ensaio *in vivo* faz se necessário para validar esse resultado.

AGRADECIMENTOS

Em agradecimento ao Instituto Federal Goiano Campus Ceres, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Goiás e à Agrocria Comercio e Industria LTDA, pelo apoio ao projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABRÃO, F. O.; DUARTE, E. R.; CAROLINA, A.; NIGRI, D. A.; LUIZA, M.; SILVA, F.; CAROLINA, I.; RIBEIRO, O.; LUIZ, K.; AUGUSTO, C.; MÁRIO, N.; O, A. A. F.; DUARTE, E. R.; NIGRI, A. C. A.; SILVA, M. L. F. Caracterização físico-química e microbiológica e população de fungos no conteúdo ruminal de novilhos de corte hígidos ou com acidose ruminal. **Revista Brasileira de Medicina Veterinaria**, v. 37, n. 1, p. 7–14, 2015. Disponível em: <http://rbmv.org/index.php/BJVM/article/view/345>.

ABRÃO, F. O.; DUARTE, E. R.; PESSOA, M. S.; SANTOS, V. L. dos; FREITAS JÚNIOR, L. F.de; BARROS, K. de O.; HUGHES, A. F. da S.; SILVA, T. D.; RODRIGUEZ, N. M. Notable fibrolytic enzyme production by Aspergillus spp. isolates from the gastrointestinal tract of beef cattlefed in lignified pastures. **PLOS ONE**, v. 12, n. 8, p. e0183628, 29 ago. 2017. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0183628>.

ABRÃO, F. O.; DUARTE, E. R.; PESSOA, M. S.; SANTOS, V. L.; RODRIGUEZ, N. M. Inocuidade micotoxicológica e viabilidade de Aspergillus spp. com potencial probiótico provenientes do trato digestório bovino. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 6, p. 1833– 1839, dez. 2018a. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352018000601833&lng=pt&tlng=pt>.

ABRÃO, F. O.; SANTOS, E. O.; DIJKSTRA, D.; NETO, R. F.; BATISTA, L. H. C.; DUARTE, E.R. Efeito do processamento do grão sobre a população de protozoários ruminais de ovinos Santa Inês. **Archivos de Zootecnia**, v. 67, n. 260, p. 518–524, 2018b. Disponível em: <https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/3882/2291>.

ARCURI, P. B.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. da C. Microbiologia do rúmen. In: FANEP (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. 2. ed. [s.l: s.n.]p. 115–147.

ARCURI, P. B.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. da C. Microbiologia do rúmen. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. DE (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. 2. ed. [s.l: s.n.]p. 115– 160.

ARNHOLD, E. No TitlePackage in the R environment for analysis of variance and complementary analyses. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 50, n. 6, p. 488–492,2013. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-789914>.

BAPTISTA, A. S.; HORII, J.; BAPTISTA, A. S. FATORES FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS LIGADOS À PRODUÇÃO DE MICOTOXINAS. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 1–14, 30 jun. 2004. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/1175>.

BERNARDES, A. V.; MARTINS, S.; FERREIRA, J.; EMERENCIANO, O. UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS PARA PRODUÇÃO DE α-AMILASE POR Rhizomucor miehei. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 8, n. 2, p. 1439–1451, 2014.Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/1852>.

BERNARDES, G. M. C.; CARVALHO, S.; PIRES, C. C.; MOTTA, J. H.; TEIXEIRA, W. S.; BORGES, L. I.; FLEIG, M.; PILECCO, V. M.; FARINHA, E. T.; VENTURINI, R. S. Consumo, desempenho e análise econômica da alimentação de cordeiros terminados em confinamento com ouso de dietas de alto grão. **Arquivo Brasileiro de Medicina**

Veterinária e Zootecnia, v. 67, n. 6, p.1684–1692,dez. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352015000601684&lng=pt&tlng=pt>.

CALUMBY, R. J. N.; SILVA, J. A.; SILVA, D. P.; MOREIRA, R. T. de F.; ARAÚJO, M. A. dos S.; ALMEIDA, L. M.; GRILLO, L. A. M.; ALVINO, V. Isolamento e identificação da microbiota fúngica anemófila em Unidade de Terapia Intensiva. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 19708–19722, 2019. Disponível em: <http://www.brjd.com.br/index.php/BRJD/article/view/3839/3633>.

DONG, H.; WANG, S.; JIA, Y.; NI, Y.; ZHANG, Y.; ZHUANG, S.; SHEN, X.; ZHAO, R. Long-Term Effects of Subacute Ruminal Acidosis (SARA) on Milk Quality and Hepatic Gene Expressionin Lactating Goats Fed a High-Concentrate Diet. **PLoS ONE**, v. 8, n. 12, p. e82850, 23 dez. 2013. Disponível em: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0082850>.

FABINO NETO, R.; OLIVEIRA, A. R. J. De; DIJKSTRA, D.; CURCINO, L. H. B.; GODOY, M. M. De; CASTRO, F. G. F.; DUARTE, E. R.; PESSOA, F. O. A. População fúngica ruminal em cordeiros com dietas de alto grão submetidas a diferentes processamentos. **Zootecnia Tropical**, v. 35, n. 1–2, p. 25–34, 2017. Disponível em: <http://www.sian.inia.gob.ve/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt3512/pdf/Neto.pdf>.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics Division.**Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>.

FARAG, A. M.; ABD-ELNABEY, H. M.; IBRAHIM, H. A. H.; EL-SHENAWY, M. Purification, characterization and antimicrobial activity of chitinase from marine-derived Aspergillus terreus. **Egyptian Journal of Aquatic Research**, v. 42, n. 2, p. 185–192, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejar.2016.04.004>.

FLIPPHI, M.; SUN, J.; ROBELLET, X.; KARAFFA, L.; FEKETE, E.; ZENG, A.; KUBICEK, C. P. Biodiversity and evolution of primary carbon metabolism in Aspergillus nidulans and otherAspergillus spp. **Fungal Genetics and Biology**, v. 46, n. 1, p. S19–S44, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fgb.2008.07.018>.

HANKIN, L.; ANAGNOSTAKIS, S. L. The Use of Solid Media for Detection of Enzyme Productionby Fungi. **Mycologia**, v. 67, n. 3, p. 597, maio 1975. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3758395?origin=crossref>.

HUMER, E.; ZEBELI, Q. Grains in ruminant feeding and potentials to enhance their nutritive and health value by chemical processing. **Animal Feed Science and Technology**, v. 226, p. 133–151, abr. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.02.005>.

LACAZ, C. S.; PORTO, E.; MARTINS, J. E. C.; HEINS-VACCARI, E. M.; MELO, N. T. Tratado de Micologia médica. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 44, n. 5, p. 297–298, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-46652002000500013&lng=en&nrm=iso&tlng=fr>.

LEALEM, F.; GASHE, B. A. Amylase production by a Gram-positive bacterium isolated from fermenting tef (Eragrostis tef). **Journal of Applied Bacteriology**, v. 77, p. 348–352, 1994.

MAZIERO, M. T.; BERSOT, L. S. MICOTOXINAS EM ALIMENTOS PRODUZIDOS NO BRASIL. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 12, n. 1, p. 89–99, 30 jun.

2010. Disponível em: <http://www.bibliotekevirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/2013-02-07-03- 03-11/1417-rbpa/v12n01/15153-review-micotoxinas-em-alimentos-produzidos-no-brasil.html>.

MIYAOKA, M. F. **Avaliação do potencial dos fungos do gênero *Rhizopus* antioxidante utilizandodiferentes substratos.** 2012. Universidade Federal do Paraná, 2012. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/29080/R - D - MITIYO FUKUDA MIYAOKA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

NOORAEE, S. E.; ALIMON, A. R.; HO, Y. W.; ABDULLAH, N. Characterization of Kluyveromyces marxianus as a potential feed additive for ruminants. **Letters in Applied Microbiology**, v. 50, n. 6, p. 578–584, 2010.

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**: Circular Técnico. [s.l:s.n.]. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/489376/1/Circ75.pdf>. PAIXÃO, T. A. da; NASCIMENTO, E. F. do; PARRA, P. N. S.; SANTOS, R. de L. Aspergilose em avestruz (Struthio camelus) no Brasil. **Ciência Rural**, v. 2004, n. 2, p. 573–576, 2004.

PARENTE, H. N.; PARENTE, M. de O. M.; GOMES, R. M. da S.; SODRÉ, W. de J. dos S.; MOREIRA FILHO, M. A.; RODRIGUES, R. C.; SANTOS, V. L. F. dos; ARAÚJO, J. dos S. Increasing levels of concentrate digestibility, performance and ingestive behavior in lambs. **RevistaBrasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 2, p. 186–194, jun. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbspa/v17n2/1519-9940-rbspa-17-2-0186.pdf>.

PAULINO, P. V. R.; OLIVEIRA, T. S.; GIONBELI, M. P.; GALLO, S. B. Dietas Sem Forragem para Terminação de Animais Ruminantes. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 15, n. 2, p. 161–172, 31 dez. 2013. Disponível em: <http://www.bibliotekevirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/2013-02-07-03-03-11/352-rcpa/v15n02/2877-v15n02a06.html>.

PESSOA, F. O. A. **Fungos do trato digestório de ruminantes como potencial probiótico para bovinos alimentados com forrageiras lignificadas**. 2016. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vtt-200060>.R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. [s.l: s.n.]v. 1 RANDHIR, R.; SHETTY, K. Mung beans processed by solid-state bioconversion improves phenoliccontent and functionality relevant for diabetes and ulcer management. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 8, n. 2, p. 197–204, jun. 2007. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/29080/R - D - MITIYO FUKUDA MIYAOKA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

SAITO, M.; MACHIDA, S. A rapid identification method for aflatoxin-producing strains of Aspergillus flavus and A. parasiticus by ammonia vapor. **Mycoscience**, v. 40, n. 2, p. 205–208, 1999.SEDDIK, H.; XU, L.; WANG, Y.; MAO, S. Y. A rapid shift to high-grain diet results in dynamic changes in rumen epimural microbiome in sheep. **Animal**, v. 13, n. 8, p. 1614–1622, 18 ago. 2019. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S1751731118003269/type/journal_article>. SOARES, I. A.; FLORES, A. C.; ZANETTIN, L.; PIN, H. K.; MENDONÇA, M. M.; BARCELOS, R. P.; TREVISOL, L. R.; CARVALHO, R. D.; SCHAUREN, D.; LUCIA, C.; SARTORI, D. M.; BARONI, S. Identificação do potencial amilolítico de linhagens mutantes do fungo filamentoso Aspergillus nidulans. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, p. 700–705, 2010. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612010000300021>.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 12. ed. [s.l: s.n.]
VENTURINI, R. S.; CARVALHO, S.; PIRES, C. C.; PACHECO, P. S.; PELLEGRIN, A. C. R. S.; MORO, A. B.; LOPES, J. F.; MARTINS, A. A.; BERNARDES, G. M. C.; SIMÕES, R. R.; MENEGON, A. L.; MOTTA, J. H. Consumo e desempenho de cordeiros e borregos alimentados comdietas de alto concentrado de milho ou sorgo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 6, p. 1638–1646, dez. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352016000601638&lng=pt&tlng=pt>.

VIEIRA, E. A.; ABRÃO, F. O.; RIBEIRO, I. C. O.; NIGRI, A. C. de A.; SILVA, K. F. da; CARELI, R. T.; GERASEEV, L. C.; DUARTE, E. R. Bastonetes Gram-negativos aeróbios e anaeróbios facultativos no fluido ruminal de bovinos de corte alimentados em pastagem lignificada e em novilhos com acidose ruminal. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, n. 9, p. 811–816, set. 2015. Disponívelem: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-736X2015000900811&lng=pt&tlng=pt>.

ZÁBRANSKÝ, L.; HADA, V.; ŠOCH, M.; BOHUSLAV, Č.; SMUTNÝ, L.; NOVOTNÁ, I.; SMOLÍK, P.; FREJLACH, T. Influence of Probiotic Feed Additives on Rumen Microflora of Cattle. **Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies**, v. 49, n. 2, p. 246–248, 2016. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/2baf/aa888be24ca355072edd9ad0c4a04566c1b2.pdf>.

ZHANG, R. Y.; LIU, Y. J.; YIN, Y. Y.; JIN, W.; MAO, S. Y.; LIU, J. H. Response of rumen microbiota, and metabolic profiles of rumen fluid, liver and serum of goats to high-grain diets. **Animal**, v. 13, n. 9, p. 1855–1864, 7 set. 2019. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S1751731118003671/type/journal_article>.

CAPÍTULO 14

DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE PRODUZIDOS EM SISTEMA CONVENCIONAL, CLIMATIZADO E DARK HOUSE

Luiz Gustavo Vescovi
Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS
Instituição: Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Erechim
Endereço: RS-135, 200 - Zona Rural, Erechim – RS, Brasil.
E-mail: vescovi.l@hotmail.com

Nerandi Luiz Camerini
Doutor em Engenharia Agrícola, pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Instituição: Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Erechim
Endereço: RS-135, 200 - Zona Rural, Erechim – RS, Brasil.
E-mail: nerandi.camerini@uffs.edu.br

Hugo Von Linsingen Piazzetta
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal do Paraná – UFPR
Instituição: Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Erechim
Endereço: RS-135, 200 - Zona Rural, Erechim – RS, Brasil.
E-mail: hugo.piazetta@uffs.edu.br

Bernardo Berenchtein
Doutor em Ciências no Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/USP
Instituição: Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Erechim
Endereço: RS-135, 200 - Zona Rural, Erechim – RS, Brasil.
E-mail: bernardo.berenchtein@uffs.edu.br

Diego Azevedo Mota
Doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista Ciência – Unesp
Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus Unaí
Endereço: Avenida Universitária, nº 1.000, Universitários, Unaí - MG, Brasil.
E-mail: diego.mota@ufvjm.edu.br

Thiago Vasconcelos Melo
Doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista Ciência – Unesp Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus Unaí
Endereço: Avenida Universitária, nº 1.000, Universitários, Unaí - MG, Brasil.
E-mail: thiago.melo@ufvjm.edu.br

Katharine Vinholte de Araújo
Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri –Campus JK
Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus JK
Endereço: Rodovia MGT 367 - Km 583, nº 5.000, Alto da Jacuba, Diamantina - MG, Brasil.
E-mail: k_vinholte@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Os alimentos de origem animal são fontes fundamentais de diversos nutrientes, tais como, vitaminas e minerais, além de aminoácidos essenciais em quantidades significativas, que são importantes à manutenção da saúde humana (WU *et al*., 2014). O crescimento na renda associado ao aumento da população urbana em um mundo em desenvolvimento tem sido responsável pela transformação alimentar das pessoas e pelo crescimento do consumo de proteínas animais nas últimas décadas (BOLAND *et al*., 2013), o que vêm contribuindo para que a produção primária de proteína animal se intensifique em sistemas pecuários confinados de larga escala. Deste modo, a produção avícola ganha destaque no cenário mundial mostrando ser uma alternativa eficaz para o fornecimento deste tipo de proteína. Dentro da cadeia produtiva avícola, as instalações apresentam um papel fundamental para garantir o conforto térmico animal e propiciar um ambiente onde as aves possam expressar suas melhores características produtivas.

De acordo com Abreu e Abreu (2011), a caracterização de um sistema de produção passa pelo pacote tecnológico adotado, pois este é configurado para controlar a alimentação, dessedentação e ambiência das aves. Segundo os autores a adoção de tecnologias pelos produtores permite a automatização dos aviários diminuindo a unidade e a intensidade de trabalho humano. Neste sentido,a avicultura brasileira apresenta diversos tipos de instalações para a produção de frangos de corte, como por exemplo, aviários do tipo *Dark House* onde nesse sistema deve haver comedouro e bebedouro automatizados, com forro de polietileno preto, resfriamento pode ser por nebulização ou*pad cooling*, com ventilação do tipo pressão negativa e as cortinas de polietileno pretas, bem comoa intensidade da luz é controlada e, portanto o uso de geradores de energia se torna indispensável. Já o sistema convencional é mais simples e não possui controle artificial da temperatura, ou foro, eas cortinas utilizadas normalmente são da cor azul, amarela ou branca sendo que a ventilação é do tipo pressão positiva (ABREU e ABREU, 2011).

Já outro sistema de criação também utilizado é as instalações do tipo climatizado, que difere do convencional por possuir ventilação por pressão negativa (exaustores), e normalmente com bebedouro, comedouros automatizados e sistema de resfriamento por nebulização, permitindo assimuma densidade de alojamento maior que no sistema convencional. Portanto, a avaliação das instalações (MELO *et al*., 2013; MELO *et al*., 2014; ROSALEN *et al*., 2020), visando o bem estar dos

animais vem tomando papel cada vez mais importante na cadeia produtiva avícola.

Esses diferentes sistemas de criação podem apresentar resultados diferentes no que diz respeito ao desempenho animal, justamente por propiciarem maior ou menor transferência de calorsensível pelas aves, entre outros fatores, tais como o controle da umidade, velocidade do vento, pressão estática, sensação térmica, luminosidade, níveis de gás amônia e dióxido de carbono, etc. (ABREU e ABREU, 2011).

Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência do sistema de criaçãono desempenho zootécnico das aves, através da avaliação das taxas de conversão alimentar, mortalidade e ganho médio diário de peso, comparando dados em três diferentes sistemas produtivosde criação, sendo eles o *Dark House*, o climatizado e o convencional.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em produtores de criação comercial de frangos de corte localizados na microrregião de Passo Fundo, que dispõem em suas propriedades diferentes sistemasprodutivos, sendo eles o sistema convencional, o climatizado e o sistema *Dark House*. A região apresenta clima quente e temperado, com temperatura média de 18.1 °C e variação média de 9.1 °Cao longo do ano. A pesquisa foi conduzida durante o ano de 2017 sendo que as práticas de manejo das aves seguiram as orientações técnicas determinadas pela empresa integradora e pelo manual técnico da linhagem utilizada (COBB).

Os lotes avaliados no presente estudo foram constituídos apenas por frangos do sexo masculino. As aves foram distribuídas nos aviários em densidades diferentes por sistema avaliado, onde no sistema Convencional foi utilizada a densidade de 12 aves/m^2 e para os sistemas *Dark House* e Climatizado foi utilizada a densidade de 14 aves/m^2. Tais densidades correspondem a densidades utilizadas comercialmente, o que demonstra que os sistemas *Dark House* e Climatizado promovem uma maior quantidade de aves por m^2. A idade de abate dos lotes estudados variou entre 37 e 45 dias, bem como o peso médio ao abate que foi diferente entre os aviários avaliados, pois são determinados pela empresa integradora conforme a necessidade do frigorífico.

Foram avaliados três diferentes sistemas produtivos (tratamentos), sendo eles: o sistema convencional, climatizado e *Dark House,* constituídos por quatro repetições

por produtor, sendo dois produtores por sistema (tratamento) avaliado, distribuídos em oito repetições por tratamento, através do delineamento experimental de blocos casualizados, onde os blocos foram configurados de acordo com os produtores avaliados e as repetições de acordo com quatro (4) lotes produzidos durante o ano, de cada produtor avaliado.

O sistema convencional possui ventilação por pressão positiva (ventiladores) com cortinas laterais amarelas e sobrecortina fixadas na parte interna do aviário, já o sistema climatizado possuicortinas laterais amarelas e sobrecortina fixada na parte interna do aviário com ventilação por pressão negativa (exaustores) e resfriamento por nebulização. E por fim o *Dark House* possui controle total do ambiente com ventilação por pressão negativa (exaustores), resfriamento do tipo *pad cooling* e controle de intensidade de luminosidade com LED.

Em relação aos comedouros e bebedouros dos sistemas avaliados, todos possuem sistema automatizado, não interferindo, portanto, nos resultados do presente estudo. Ao término de cada lote, foram coletados os dados zootécnicos relativos à conversão alimentar, mortalidade (%) e ganhomédio diário de peso (g).

A conversão alimentar é calculada através da divisão do volume total de ração (kg) consumidano lote pelo total de carne (kg) produzido no mesmo, a mortalidade do lote é obtida através da subtração do número de aves alojadas do número de aves abatidas, e por fim o ganho de peso diário foi calculado com a divisão do peso médio (kg) das aves pela idade média (dias).

Os dados foram submetidos à análise pelo software R Core Team (2013). Antes de realizar a análise da variância os dados foram analisados quanto a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk a 5 % de significância. Foi realizada a análise da variância para identificar se algum fator diferia dos demais, a 5 % de probabilidade de erro. Caso afirmativo, os dados foram submetidos ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro para identificar o fator ou fatores que diferiam dos demais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 demonstra os resultados da conversão alimentar, mortalidade e ganho diário de peso de lotes produzidos em diferentes sistemas de criação.

Após a análise dos dados, foi observada diferença significativa ($P<0,05$) no desempenho zootécnico (conversão alimentar, mortalidade e ganho médio diário de peso diário) dos animais, entre os diferentes sistemas produtivos analisados.

Tabela 1 - Desempenho de frangos de corte alojados em aviários com o sistema Convencional, Climatizado e *DarkHouse*.

Tratamentos	Conversão alimentar (kg)	Ganho de peso diário (kg)	Mortalidade (%)
Sistema Convencional	1,730a	0,0667ª	6,41a
Sistema Climatizado	1,651b	0,0737b	4,21b
Sistema Dark House	1,669b	0,0683ª	3,96b
C.V(%)	3,89	1,84	21,47

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey a 5 % de probabilidade; CV = Coeficiente devariação.

Em relação à conversão alimentar, é importante ressaltar que é através deste indicador, principalmente, que a empresa integradora realiza os cálculos para a remuneração de cada lote paraos produtores, sendo que não foi observada diferença significativa (P>0,05) entre os sistemas *Dark House* e o sistema Climatizado, no entanto, o sistema convencional apresentou desempenho inferiordos frangos de corte perante os demais tratamentos (P<0,05).

Na prática este fator tem grande impacto, pois a conversão alimentar mais alta significa que maiores quantidades de rações precisam ser consumidas para converter o peso em carne, impactandodiretamente na eficiência produtiva dos lotes. Neste caso, as aves alojadas nos aviários convencionais precisaram em média consumir 1,730 Kg de ração para converter em 1 Kg de carne, enquanto que os aviários Climatizado e *Dark House* necessitaram consumir 1,651 KG e 1,669 Kg de ração, respectivamente.

Rovaris *et al*. (2014) e Andreazzi *et al*. (2018) observaram melhor desempenho na conversão alimentar de frangos de corte criados no sistema *Dark House* quando comparados ao sistema convencional. Gallo (2009) apresenta em seus estudos que o sistema *Dark House* igualmente se destacou perante o sistema convencional, porém quando comparado ao Climatizado obteve melhor conversão alimentar, diferentemente dos resultados obtidos no presente estudo.

Cabe ressaltar que os aviários com sistemas *Dark House* e Climatizado abrigaram uma densidade maior de aves, 14 aves/m², enquanto que o convencional alojou 12 aves/m². Deste modo,os aviários com tecnologia *Dark House* e climatizado, possivelmente propiciaram melhor conforto térmico, através de controle de temperatura e troca de calor mais eficiente, assegurando um menor gasto energético para manter a homeotermia das aves, o que resultou no melhor desempenho da

conversão alimentar.

Esses fatores que implicam no conforto térmico das aves são de extrema importância para avicultura comercial, pois, conforme ABREU e ABREU (2011) cerca de 80 % da energia ingerida pelas aves, é utilizada para manutenção da homeotermia e apenas 20 % da energia ingerida é de fato utilizada para produção, ou seja, quanto melhor forem controlados os fatores da ambiência da produção de frangos, melhores as chances de se obter lotes com taxas de desempenho zootécnico superiores (MOSTAFA *et al*., 2012; CURI *et al*., 2014).

Já em relação à mortalidade das aves, foi observada diferença significativa (P<0,05) entre os sistemas produtivos, onde os aviários convencionais tiveram maior percentagem de frangos mortos quando comparados aos dados dos outros dois sistemas. Contudo, é possível observar que os Sistemas Climatizado e *Dark House* não apresentaram diferença significativa (P>0,05) entre si no índice de mortalidade.

A mortalidade de frangos durante o ciclo de alojamento é também um importante indicador zootécnico, sendo utilizado também como parâmetro para cálculos de remuneração do produtor. Sabe-se que a percentagem ideal de frangos mortos durante um lote de criação deve ser inferior a 5 %, porém neste estudo os aviários convencionais demonstraram uma mortalidade superior, em média 6,41 %.

Oliveira e Gai (2016) relatam em seus estudos que aviários com sistema *Dark House* quando comparados ao sistema convencional, também obtiveram menores percentuais de frangos mortos.

Os resultados obtidos no presente estudo corroboram com os dados obtidos nos Estados Unidos da América por Gallo (2009) que avaliando diferentes sistemas de criação de frangos de corte, verificou que os aviários *Dark House* obtiveram uma redução da mortalidade de 1 a 2 %. Já Rovaris *et al.* (2014) comparando a taxa de mortalidade entre os sistemas *Dark House* e Convencional, não encontrou diferença significativa (P>0,05) entre estes dois sistemas.

Outro fator que pode possivelmente resultar em maior ou menor mortalidade na criação de frangos de corte é a idade das matrizes. Embora o presente estudo não tenha levado em consideração a idade das matrizes nos galpões selecionados, pois as aves alojadas foram provenientes de matrizes diferentes e heterogêneas, Dalanezi *et. al* (2005), por sua vez, apontou que a mortalidade dos frangos foi maior na fase inicial de criação (até 21 dias) em aves provenientes de matrizes mais jovens, com 29 semanas em relação às matrizes mais velhas de 41, 58, 68 e 98 semanas.

Segundo VIGODERIS *et al*. (2010) e CORDEIRO *et al*. (2010), a ventilação é um importanteinstrumento para garantir conforto térmico, pois ela não só aumenta a troca de calor por convecção,como também facilita a eliminação da umidade do ambiente e da cama, renova o ar, elimina gases provenientes da fermentação e mantém os níveis de oxigênio adequados, fatores esses que podem contribuir para o aumento do estresse, machucados, desgaste e consequentemente mortalidade dos frangos.

Nesse sentido, os resultados obtidos neste estudo, demonstram que os aviários do tipo convencional, os quais possuem ventilação por pressão positiva, possivelmente tiveram menor eficiência na troca de calor dos animais, na renovação do ar e da umidade, proporcionando um ambiente com menor conforto térmico em relação aos aviários climatizados e *Dark House* que possuem ventilação por pressão negativa. Contudo, os sistemas Climatizado e *Dark House,* por suavez, apresentaram resultados de mortalidade de frangos que não diferiram estatisticamente entre si,e se mantiveram em níveis aceitáveis, abaixo de 5 %.

Por fim, entre as variáveis estudadas, o ganho médio diário de peso o qual reflete na idade do abate do lote, teoricamente segundo Oliveira e Gai (2016) quanto maior for o ganho de peso diário, mais cedo se obtêm o peso requerido ao abate. Pode-se observar que o sistema produtivo que melhorse destacou foi o Climatizado, sendo o desempenho superior estatisticamente ($P<0,05$) do que os sistemas Convencional e *Dark House*, os quais apresentaram médias semelhantes e não diferiram entre si ($P>0,05$).

Nowicki *et al.,* (2011) analisou os resultados de desempenho de frangos de corte criados também da linhagem Cobb, em aviários do tipo Convencional e *Dark House* e igualmente não encontrou diferenças significativas para o ganho de peso diário entre esses dois sistemas. Já Gallo (2009) comparou os 3 sistemas de criação, demonstrou resultados de ganho de peso diário diferentesa este estudo, onde o ganho de peso médio diário não diferiu para os sistemas Dark House e climatizado, porém foram superiores quando comparados ao sistema Convencional.

Cabe ressaltar que este estudo obteve dados de lotes que foram abatidos com idades e peso médios diferentes, pois conforme relato dos próprios produtores, é da competência da empresa integradora determinar a data e idade do abate das aves, pois sabe-se que o frigorífico muitas vezes opta por abater aves mais leves ou mais pesadas, conforme a sua própria necessidade. Nesse contexto, podemos inferir que por este motivo do ganho de peso diário ser influenciado pela idade de abate dos

animais e pelo ganho de peso das aves não ser linear, o GPD possa ter sofrido alterações que o tornam o indicador técnico de menor importância para a avaliação do desempenho produtivo dos lotes estudados, embora ainda assim relevante.

É notório que há outros fatores que possam interferir no resultado de desempenho dos lotes, para além do nível de tecnologia e equipamentos utilizados nos diferentes sistemas produtivos, como por exemplo o manejo. No entanto verificou-se neste estudo que, entre os diferentes produtores que utilizam o mesmo sistema de criação, não foi observada diferença significativa ($P>0,05$) para o desempenho zootécnico dos lotes, amenizando, portanto, o impacto do manejo individual de cada produtor no experimento.

4. CONCLUSÕES

Pode-se concluir a partir dos resultados de desempenho zootécnico obtidos neste estudo que, os sistemas Climatizado e *Dark House* apresentaram desempenho superior para a conversão alimentar e mortalidade quando comparados ao sistema Convencional, o que demonstra que essas instalações com maior grau de tecnologia apresentam maior eficiência produtiva. Contudo, recomenda-se para estudos futuros, aprofundar a pesquisa entre os sistemas mencionados de modo a elaborar uma comparação de viabilidade econômica entre os mesmos, já que os aviários Climatizados e Dark House apresentaram desempenho zootécnico semelhante.

REFERÊNCIAS

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1-14, 2011.

ANDREAZZI, M. A.; PINTO, J. S.; SANTOS, J. M. G.; CAVALIERI, F. L. B.; MATOS, N. C. S.; BARBIERI, I. O. Desempenho de frangos de corte criados em aviário convencional e dark-House. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 1, p. 1-6, 2018.

BOLAND, M. J.; ERA, A. N.; VEREIJKEN, J. M.; MEUWISSEN, M. P. M.; FISCHER, A. R. H.;VAN BOEKEL, M. A. J. S.; RUTHERFURD, S. M.; GRUPPEN, H.; MOUGHAN, P. J.; HENDRIKS, W. H. The future supply of animal-derived protein for human consumption. **Trends in Food Science & Technology**, v. 29, n. 1, p. 62-73, 2013.

CORDEIRO, M. B.; TINÔCO, I. F.F.; SILVA, J. N.; VIGODERIS, R. B.; PINTO, F. A. C.; CECON, P. R. Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemasde aquecimento no período de inverno**. Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n.1, p. 217-224, 2010.

CURI, T. M. R. C.; VERCELLINO, R., MASSARI, J. M.; SOUZA, Z. M.; MOURA, D. J. Geoestatística para a avaliação do controle ambiental do sistema de ventilação em instalações comerciais para frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, v. 34, n. 6, p. 1062-1074, 2014.

DALANEZI, J. A.; MENDES, A. A.; GARCIA, E. A.; GARCIA, R. G.; MOREIRA, J.; PAZ, I. C. L. A. Efeito da idade da matriz sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos decorte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 2, p. 250-260, 2005.

GALLO, B. B. Dark House: manejo x desempenho frente ao sistema tradicional. *In:* SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 10, 2009, Chapecó, SC. **Anais do X Simpósio Brasil Sul de Avicultura e I Brasil Sul Poultry Fair**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2009, 140p.

MELO, T. V.; FURLAN, R. L.; MILANI, A. P.; BUZANSKAS, M. E.; MOURA, A. M. A.; MOTA, D.A.; CARDOSO, D. Avaliação de diferentes inclinações e exposições de telhado em três tipos decobertura em modelos reduzidos de instalações zootécnicas. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p. 1328-1338, 2013.

MELO, T. V.; FURLAN, R. L.; MILANI, A. P.; BUZANSKAS, M. E.; MOTA, D.A. Evaluation of roof slope and exposure with different roofing materials in reduced models of animal productionfacilities in spring and summer. **Engenharia Agrícola**, v. 34, n. 6, p. 1030-1038, 2014.

MOSTAFA, E.; IN-BOK, L.; SANG-HYEON, S.; KYEONG-SEOK, K.; IL-HWAN, S.; SE-WOON, H.; HYUN-SEOB, H.; BITOG, J. P.; HWA-TAEK, H. Computational fluid dynamics simulation of air temperature distribution inside broiler building fitted with duct ventilation system. **Biosystems Engineering**, v. 112, n. 4, p. 293-303, 2012.

NOWICKI, R.; BUTZGE, E.; OTUTUMI, L. K.; PIAU-JÚNIOR, R.; ALBERTON, L. R.; MERLINI, L.S.; MENDES, T. C.; DALBERTO, J. L.; GERÔNIMO, E.; CAETANO, I. C. S. Desempenho de frangos de corte criados em aviários convencionais e escuros. **Arquivo Brasileirode Medicina Veterinária e Zootecnia**, Umuarama, v. 14, n. 1, p. 25-28, 2011.

OLIVEIRA, L. P.; GAI, V.F. Desempenho de frango de corte em aviários Convencional e aviários Dark House**. Revista Cultivando o Saber**, v. 9, n.1, p. 93-10, 2016.

R Core Team. (2013). **R: A language and environment for statistical computing. R Foundationfor Statistical Computing**. Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.

ROSALEN, K.; CAMERINI, N. L.; PIAZZETTA, H. V. L.; BERENCHTEIN, B.; MOTA, D.A. Avaliação da temperatura corporal de frangos de corte usando imagens termográficas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 42176-42184, 2020.

ROVARIS, E.; CORRÊA, G. S. S.; CORRÊA, A. B.; CARAMORI JUNIOR, J. G.; LUNA, U. V.; ASSIS, S. D. Desempenho de frangos de corte criados em aviários Dark House versus convencional. **Revista PUBVET**, Londrina, v. 8, n. 18, p. 2173-2291, 2014.

VIGODERIS, R. B.; CORDEIRO, M. B.; TINÔCO, I. F. F.; MENEGALI, I.; SOUZA JÚNIOR, J. P.; HOLANDA, M. C. R. Avaliação do uso de ventilação mínima em galpões avícolas e de sua influência no desempenho de aves de corte no período de inverno**. Revista Brasileira de Zootecnia**,v. 39, n. 6, p. 1.381-1.386, 2010.

WU, G.; FANZO, J.; MILLER, D. D.; PINGALI, P.; PUBLICAR, M.; STEINER, J. L.; THALACKER-MERCER, A. E. Production and supply of high-quality food protein for human consumption: Sustainability, challenges, and innovations. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1321, n. 1, p. 1-19, 2014.

CAPÍTULO 15

FISH FAUNA IN OXBOW LAKES OF THE MIDDLE PURUS RIVER IN THE NEOTROPICAL REGION OF THE AMAZON RAINFOREST

Lucena Rocha Virgilio
Mestre em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais- UFAC
Instituição: Universidade Federal do Acre- Campus Floresta- UFAC
Endereço: Estrada do Canela Fina, Km 12, Gleba Formoso, Lote 245, Colônia São Francisco,CEP: 69.980-000, Cruzeiro do Sul/AC
E-mail: lurubita@gmail.com

Ana Luiza Costa Silva
Graduada em Bacharelado em Ciências Biológicas- UFAC Instituição: Universidade Federal do Acre- Campus Floresta- UFAC
Endereço: Estrada do Canela Fina, Km 12, Gleba Formoso, Lote 245, Colônia São Francisco,CEP: 69.980-000, Cruzeiro do Sul/AC
E-mail: analuizacosta038@gmail.com

Renata Flôr Saldanha
Mestre em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais- UFAC
Instituição: Universidade Federal do Acre- UFAC
Endereço: Rodovia BR 364, Km 04 - Distrito Industrial, 69.920-900, Rio Branco/AC
E-mail: renata.florsaldanha@gmail.com

Monik da Silveira Suçuarana
Mestre em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais- UFAC
Instituição: Universidade Federal do Acre - UFAC
Endereço: Rodovia BR 364, Km 04 - Distrito Industrial, 69.920-900, Rio Branco/AC
E-mail: monik_bio@hotmail.com

Emanuela Costa Fernandes
Mestre em Zootecnia - UFV
Instituição: Instituto Federal do Acre - IFAC
Endereço: Estrada da APADEQ, Ramal da Fazenda Modelo, Bairro Nova Olinda, CEP: 69.980-000, Cruzeiro do Sul/AC
E-mail: emanuela.fernandes@ifac.edu.br

Lisandro Juno Soares Vieira
Doutor em Ecologia e Recursos Naturais - UFSCar
Instituição: Universidade Federal do Acre - UFAC
Endereço: Rodovia BR 364, Km 04 - Distrito Industrial, 69.920-900, Rio Branco/AC
E-mail: lisandrojsv@gmail.com

ABSTRACT: The effect of the flood pulse directs productivity and interactions of biota in abandoned oxbow lakes, as these habitats provide refuge from predators and serve as nurseries and feeding grounds for many fish species. The present study was conducted in twelve oxbow lakes with varying degrees of connectivity, located in the floodplain of the Middle Purus River in Brazil. 8.647 individuals were collected among

157 species. Lakes with high hydrological connectivity were shown to have the largest richness of species (131 species), while lakes with medium connectivity had slightly smallerrichness (123 species), and lakes with low connectivity had even less (113 species). The results show high diversity in lakes that are attributed different connectivity, thereby indicating the importance of studies focused on oxbow lakes that contribute with relevant information on the composition of fish species in the Middle Purus River.

KEYWORDS: Hydrological connectivity, floodplain, lake conservation, community of fishes, Purus microregion.

RESUMO: O efeito do pulso de inundação direciona a produtividade e as interações da biota em lagos de meandro abandonado, uma vez que estes habitats oferecem refúgio de predadores e servem como viveiros e locais de alimentação para muitas espécies de peixes. O presente estudo foi conduzido em doze lagos de meandro abandonado com diferentes graus de conectividade, localizados na planície de inundação do Médio Rio Purus no Brasil. 8.647 indivíduos foram coletados entre 157 espécies. Os lagos com alta conectividade hidrológica mostraram ter a maior riqueza de espécies (131 espécies), enquanto os lagos com conectividade média tinham uma riqueza ligeiramente menor (123 espécies), e os lagos com baixa conectividade tinham ainda menos (113 espécies). Os resultados mostram uma grande diversidade em lagos aos quais são atribuídas diferentes conectividades, indicando assim a importância de estudos focados em lagos de meandro abandonado que contribuem com informações relevantes sobre a composição das espécies de peixes no Médio Rio Purus.

PALAVRAS-CHAVE: Conectividade hidrológica, planície de inundação, conservação dos lagos, comunidade de peixes, microrregião Purus.

1. INTRODUCTION

The river basins of South America are home to the largest diversity of fish in the world (REIS *et al*., 2003; ALBERT *et al*., 2011; REIS *et al*., 2016, LEVÊQUE *et al*., 2007), with the Amazon River Basin being the world's richest fluvial system (ALBERT; REIS, 2011; REIS *et al*., 2016). This richness is associated to multiple aspects, such as historical and biogeographical factors, as well as the immensely large river basins and their geomorphological complexity that generate a wide variety of aquatic ecosystems (GOULDING *et al*., 2003). Among the main drainage basins ofthe Amazon rainforest, the Purus River Basin (PRB) located in Southwestern Amazonia features an abundant richness of fish fauna. During periods of high rainfall, areas around the riverbanks are affected by large floods that can reach up to approximately 200,000 km² (JUNK, 1993). PRB features a sinuous asymmetrical system, and due to hydro-sedimentation processes, the formation of oxbow lakes occurs (WETZEL, 1993; ESTEVES, 2011). These ecosystems have connectingwatercourses which become directly connected to the main river channel primarily during the floodseason. This dynamic is influenced by the hydrological pulse, considered a key factor in the ecological functioning of these inundation areas (BUNN; ARTHINGTON 2002; JUNK *et al*., 2014).Oxbow lakes are nutrient-rich and provide a fertile environment for nurseries of fish larvae, thus contributing to increased survival rates, where several fish species benefit from the food diversity created by lateral expansions of the river (GOULDING, 1980; STASS; NEUMANN, 1994; CASTELLO, 2008; AGOSTINHO *et al*., 2009). However, there is ever-increasing evidence that the structure and functioning of the Amazonian freshwater ecosystems are being gradually altered by anthropogenic activities (ALHO *et al*., 2015; ALMEIDA *et al*., 2016; BRUMMETT *et al*., 2016), which in turn affect the overall dynamic ecology of the system, such as energy flow andfish migration (BRUMMETT *et al*., 2016).

Thus, information on fish assemblages that occur in oxbow lakes of the Middle Purus Riveris an important resource for gathering data on the richness of fish species, thereby contributing to the knowledge and conservation of the ichthyofauna of the Amazon Rainforest. Considering that the existing studies on fish species in the Purus river basin are concentrated in the upper Purus Riverand lower Purus River (RAPP-PY-DANIEL; DEUS, 2003; DUARTE *et al*., 2013), the oxbow lakesystem is of central importance for studies related to the ichthyofauna. In this context, the present study

describes fish fauna inhabiting twelve oxbow lakes of the Middle Purus River, and evaluate the influence of hydrological connectivity in the number of species of fish between the hydrological periods. As is the first study ever conducted in these environments, it aims to fill the current knowledge gap and contribute with more information on the ichthyofauna of the Purus River drainage basin. This data may lead to important information useful for the conservation and management of the lakes, taking into account their great economic, social and ecological importanceto the region of the Amazon Rainforest.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. METHODS

Study Area

The Rio Purus river basin is located in the Southwestern Amazon Rainforest and is comprised of a total area of 376.000 km² (TRANCOSO, 2009). The Purus River features an asymmetrical sinuous system and, due to hydro-sedimentation processes, numerous oxbow lakes have formed (LATRUBESSE, 1992). The region has a distinct seasonal cycle, resulting in two periods: the wet season, which extends from the month of November until March; and the drought season, from May to September/October. Twelve oxbow lakes in the Rio Purus river basin are located between the municipalities of Boca do Acre (8° 42'39.75"S/67°23'20.40"W) and Pauini (7°44'33.32”S/67°01'20.35"W), Amazonas State, Brazil (Fig.1).

Figure 1. Oxbow Lakes located in the Middle Purus River in the western Amazon Rainforest, Boca do Acre, AM.

Specimen Collection and Data Analysis

The specimens were collected during the wet, mid and dry seasons in the months of February, May and September of 2012 (ICMBio nº 11185-1), using twelve sets of seine nets 80m long and 4m high, with mesh sizes of 1.5 cm, 2.5 cm, 3.5 cm, 4.5 cm, 5.5 cm, 6.5 cm, 7.5 cm, 8.5 cm, 9.5 cm, 10.0 cm, 11.0 cm, and 12.0 cm between opposite nodes, placed for 24 hour periods (checked after 4 hours). Each group of nets was laid parallel to the lake margins in locations with banks of aquatic macrophytes in order to capture fish of different sizes. The collected fish were properly anesthetized and placed in plastic bags with 5 % formaldehyde and subsequently taken to the Ichthyology Laboratory of the Federal University of Acre, where they were identified with the aid of the bibliography (BUCKUP et al., 2007; CASTRO; VARI, 2004; CALCAGNOTTO *et al*., 2005; FINK; FINK 1996; GÉRY, 1997; SILVANO, 2001) and, when necessary, with the assistance of experts in each group. Voucher specimens were fixed in 10 % formalin, preserved in alcohol 70°GL and deposited in the fish collection of the Federal University of Acre (MUFAC), Acre state, Brazil.

Additionally, the following characteristics of the lakes were recorded: surface

area (ha), depth (m), hidrogenionic potential (pH), dissolved oxygen (% Sat), conductivity (µS.cm1), water temperature (C°), transparency (m) (Table 1). For each pond, the total number of individuals and the numerical percentage (%), richness of species (S) and Shannon-Wiener diversity (H') were calculated. The Analysis of Variance (ANOVA) was used to verify differences in richness betweenlakes with distinct hydrological connectivity levels and hydrological cycle phase (Factor) and, when significant, was applied a post-hoc Tukey test to identify which levels were different. The calculations were made using the PAST 3.16 statistical software program (HAMMER *et al.*, 2001).

3. RESULTS

A total of 8.647 individuals among ten orders, 33 families and 157 species were collected. The most representative orders were Characiformes and Siluriformes (71 species, 45.22 % and 58 species, 36.94 %, respectively) (Fig. 2). Of the Characiformes order, the most abundant species were *Moenkausia* sp. (817 individuals, 9.45 %), *Psectrogaster amazonica* (626 individuals, 7.24 %) and *Pygocentrus nattereri* (435 individuals, 5.03 %) (Fig.3). Of the Siluriformes order, the most representative species were *Auchenipterus nuchalis* (244 individuals, 2.82 %), *Hypoptopoma gulare* (170 individuals, 1.97 %) and *Hypoptopoma thorocotum* (138 individuals, 1.60 %) (Table 2 e Fig.3). However, the least diverse orders were Cichliformes and Gymnotyformes (Fig. 2A). The least abundant species were *Agamyxis pectinifron*, *Osteoglossum bicirrhosum*, *Phractocephalus hemioliopterus*, *Boulengerella maculate*, *Chalceus epakros*, *Abramites hypselonotus*, *Steatogenys* cf. *duidae*, *Synbranchus marmoratus* (Table 2 e Fig.4).

In lakes with high connectivity, a total of 2.612 individuals were collected, the most abundant species being *Pygocentrus nattereri* (249 individuals, 9.53 %) and *Psectrogaster amazonica* (262 individuals, 10.03 %). It is worth noting that these lakes showed the greatest richness (131 species). The lake with the highest abundance of fish with high connectivity was Bom Lugar, with 899 individuals collected. However, it presented the lowest richness (65 species) and least diversity (H ' = 3.22), in contrast to Lake Anuri, which showed the greatest richness (86 species) and was also the most diverse (H' = 3.73) (Table 3).

In lakes of medium connectivity, a total of 3.066 individuals were collected with a richness of 123 species. The predominant species were *Moenkausia* sp. (268

individuals, 8.74 %) and *Psectrogaster amazonica* (246 individuals, 8.02 %). Lake Cometa was the most abundant, with a total of 1,006 captured individuals, while Lake Santana presented a lesser abundance of 633 individuals, although it featured the greatest richness and diversity (S = 79 and H ' = 3.94, respectively) (Table 3). In low-connectivity lakes, 2.969 individuals were collected, the dominant species being *Moenkausia* sp. (543 individuals, 18.29 %) and *Hemigrammus* sp. (191 individuals, 5.59 %), with a richness of 113 species. Lake Itapira was the most abundant with 1.412 collected individuals, featuring the greatest richness (73 species), but the smallest diversity (H' = 2.79). LakeFloresta presented the least abundance (324 individuals) and a richness of 58 species, but had the highest diversity (H' = 3.71) (Table 3).

We found significant differences in species richness (F=3.57; P = 0.006) among the lakes communities with different connectivity levels during the hydrological cycle phases. This occurredmainly between lakes with high and low connectivity (P = 0.01) and medium and high connectivity (P = 0.001) during drought, high and medium connectivity (P = 0.001) and high and low connectivity during flood. We found a variation in lakes with high connectivity in flood and ebb periods (P = 0.005), flood and drought (P = 0.006), in lakes with low connectivity between flood and drought (P = 0.04) and flood and ebb (P = 0.03).

Figure 2. Number of species and cumulative number of species for each taxonomic order of the oxbow lakes located inthe Middle Purus River in western Amazon Rainforest.

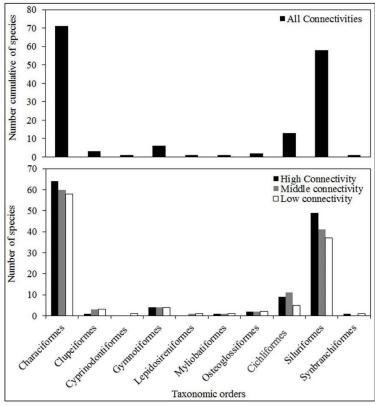



Figure 3. Fishes Species of the Oxbow Lakes located in the Middle Purus River in Western Amazon Rainforest, Boca do Acre, AM, Brazil. (A) *Auchenipterus nuchalis*; (B) *Psectrogaster amazonica*; (C) *Moenkausia* sp.; (D) *Potamorhinaaltamazonica*; (E) *Hypoptopoma thorocotum*; (F) *Hypoptopoma gulare*; (G) *Pygocentrus nattereri*; (H) *Hemigrammus*sp.

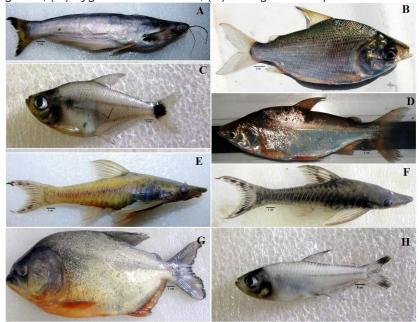



Figure 4. Fishes Species of the Oxbow Lakes located in the Middle Purus River in Western Amazon Rainforest, Bocado Acre, AM, Brazil. (A) *Agamyxis pectinifron*; (B) *Osteoglossum bicirrhosum*; (C) *Phractocephalus hemioliopterus*; (D) *Boulengerella maculata*; (E) *Chalceus epakros*; (F) *Steatogenys* cf. *duidae*; (G)*Abramites hypselonotus*; (H) *Synbranchus marmoratus.*

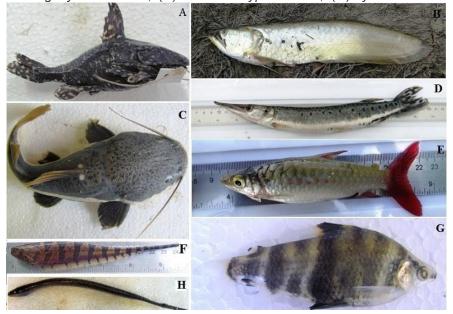



Table 1. Average and standard deviation of the abiotic variables of the oxbow lakes in the Middle Purus River. B.L=Bom Lugar; IG.=Igarapé Preto; SAC=Sacado; AN=Anuri;CA=Cameta; Sant=Santana; FO=Flor do Ouro; ITA=Itapira; FLO=Floresta; LN=Lake Novo and LV=Lake Verde.

Lakes	**Area (ha)**	**Depth (m)**	**pH**	**DO (%)**	**Cond (µS.cm1)**	**Temp (C°)**	**Transp. (m)**	**Latitude (S)**	**Longitude (W)**
AN	172 ±8.7	19.3 ±5.9	6.3 ± 0.21	40.6±21.5	39.8 ±11.4	24.4 ± 1.6	40 ±15	8°20'0.32"	67°20'40.26"
BL	123 ±7.5	19.1 ±6.1	6.4 ±0.93	52.4 ±27	86.2±19.2	27.6 ± 2.8	37±8.8	8°38'51.49"	67°20'37.32"
CA	90 ±8.7	14 ±4.4	6.5 ± 0.25	54.7 ±30.7	85.1 ±17.8	30.5 ± 2.2	63 ±2.2	8°50'19.13"	67°38'28.0"
FO	145 ±10.7	17 ±5.4	6.2 ± 0.77	45.3 ±17.5	98.4 ±18.3	26.3 ± 1.4	53 ± 18	8°28'39.28"	67°23'28.97"
FLO	70 ±11.3	13 ±5.5	6.5 ±0.71	65.9 ±31.9	163.5±92.7	29.8 ± 3.1	31 ± 10	8°48'51.03"	67°30'53.67"
IG	14 ±7.1	10 ±5.7	6.6 ±0.40	44.3±28.5	50.7±18.9	28.2 ± 1.9	35 ±19	8°33'20.82"	67°21'32.41"
ITA	82 ±10.2	13 ±6.1	6±0.81	62.3 ±17.8	100.1±23.2	26.5±1.9	40 ± 22	8°51'44.69"	67°41'22.89"
L.N	133 ±10.5	14 ±4.1	7.2±0.81	45.3±8.2	126.3 ±45	28.7±3.9	33 ± 6	8°37'16.57"	67°22'29.12"
L.V	51 ±10.7	8.8 ±3.6	6.1 ±2.37	69.3±31.5	97.1 ± 35	27± 2.5	33 ± 14	8°44'36.06"	67°22'49.03"
SAC	73 ±9.9	14 ± 6	6.3±0.54	50.3 ±27	44.1 ±15	28.4±3.5	24 ± 3	8°26'29.6"	67°23'48.35"
SALT	54 ± 9	15 ± 6.1	5.7 ±0.80	50.7 ±25	41.5 ±16	25.5 ±1.8	31 ± 10	8°16'50.06"	67°21'14.43"
SANT	124 ±9.3	16 ± 5.9	6.8±86	65.6±40	109 ±16.4	31.4 ± 2.2	49 ± 15	8°49'34.62"	67°33'11.9"

Table 2. List of fish species, with voucher specimens, collected in oxbow lakes of the Middle Purus River, Boca do Acre, AM. Total individuals per site; total of individuals per biotope; richness per site; richness per biotope; Shannon_H. BL=Bom Lugar, IG=Igarapé Preto, SAC=Sacado, AN=Anuri, CA=Cameta, SANT=Santana, FO=Flor do Ouro, ITA=Itapira, FLO=Floresta, LN=Lake Novo and LV=Lake Verde.

Order/Family/Species	BL	IG	SAC	NA	CA	SANT	FO	SAL P	ITA	FLO	LN	LV	Voucher
Characiformes													
Acestrorhynchidae													
Acestrorhynchus microlepis (Jardine, 1841)	3	17	2	7			4		3	2	44		845
Alestidae													
Chalceus epakros Zanata & Toledo-Piza, 2004				4				8	2				876
Anostomidae													

Abramites hypselonotus (Günther, 1868)				6									873
Anostomoides laticeps (Eigenmann, 1912)	6	2	1		7	3		4	3		6	3	811
Anostomus trimaculatus (Kner 1858)		5											909
Laemolyta varia (Garman, 1890)		3			4		2			4	6		826
Leporinus friderici (Bloch, 1794)	41	31	3	9	35	34	14	3	20	9	28	20	800
Leporinus obtusidens (Valenciennes, 1847)				2	10	8	2		13	2		1	801
Leporinus pellegrinii (Steindachner, 1910)					7	3							936
Leporinus trifasciatus (Steindachner, 1876)						6	1			1	2		856
*Rhytiodus microlepis (*Kner, 1858)			4										924
Schizodon fasciatus Spix & Agassiz, 1829	78	30	8	4	14	9	5	4	17	4	30	7	816
Characidae													
Aphyocharax alburnus (Günther, 1869)		10		4	4		2		2			2	946
Brachychalcinus cf. *copei* (Steindachner, 1882)	8	7	5	1		2	8	3	17			2	848
Brycon cf. *falcatus* Müller & Troschel, 1844					8								898
Bryconops affinis (Günther, 1864)					2					2			902
Colossoma brachypomum (Cuvier 1817)	6		8	4		2	2				5		888
Colossoma macropomum (Cuvier, 1816)	2	2				2	2				2	5	905
Ctenobrycon hauxwellianus (Cope, 1870)	6					15	17					19	854
Gymnocorymbus thayeri Eigenmann, 1908				3			4	2					925
Hemigrammus sp.	2	1		5	19	13	5		189			2	802
Hemigrammus neptunus Zarske & Géry, 2002												7	921
Metynnis cf. *hypsauchen* (Müller & Troschel, 1844)				22									867
Metynnis cf. *argenteus* Ahl, 1923	2			5				1		2			868
Moenkhausia sp.	6				236	15	17		524			19	806
Moenkhausia intermedia Eigenmann, 1908		2				20			23		1		792
Moenkhausia oligolepis (Günther, 1864)					3	3		2	2				853
Mylossoma aureum (Spix & Agassiz, 1829)	4				7	7	3		12		3		865

Mylossoma duriventre (Cuvier, 1818)	7	2	17	22	86	33	16	7	29	3	2	2	799
Piaractus brachypomus (Cuvier, 1818)	4					2							919
Prionobrama filigera (Cope, 1870)				2	6	2						13	871
Pristobrycon sp1.		1		7									866
Pygocentrus nattereri Kner, 1858	26	57	49	117	19	4	75	48	17	7	11	5	815
Roeboides myersii Gill, 1870	11	12	3	9	5	15	9	16	6	11	11	7	786
Tetragonopterus argenteus Cuvier, 1816		1	3			4					6	2	891
Tetragonopterus chalceus Spix & Agassiz, 1829	22	5	4	1	5		4	1		2		2	900
Triportheus albus Cope, 1872	12	17	3	21	30	12	21	25	58	24	63	8	807
Triportheus angulatus (Spix & Agassiz, 1829)				4	8	14	7	12	36	18	4		779
Triportheus elongatus (Günther, 1864)			5	3	3	2	3						851
Triportheus cf. *rotundatus* (Jardine, 1841)	10	9	23		34	35	8	13	29		7	15	803
Ctenoluciidae													
Boulengerella maculata (Valenciennes, 1850)		2			1	10				2			894
Curimatidae													
Curimatella meyeri (Steindachner, 1882)	11	3	2	5	6		22	1	3	7	11	2	837
Cyphocharax sp1.				4			4						945
Potamorhina altamazonica (Cope, 1878)	82	9	31	11	16	4	16	56	2	8	143	13	810
Potamorhina cf. *pristigaster* (Steindachner, 1876)	16	2		3			4	3				18	847
Potamorhina latior (Spix & Agassiz, 1829)	10	21	22	26	32	16	28	23	35	10	6	20	820
Psectrogaster curviventris Eigenmann & Kennedy, 1903					5			8	2				878
Psectrogaster rutiloides (Kner, 1858)	31	16	52	17	6	6	7	120	2	16	47	3	809
Psectrogaster amazonica Eigenmann & Eigenmann,1889	174	29	21	38	56	21	33	136	6	7	84	21	789
Psectrogaster essequibensis (Günther, 1864)			1	7	5	2	4			6	1	1	805
Steindachnerina bimaculata (Steindachner, 1876)	2	3	3				5	1	3	2			840
Steindachnerina guentheri (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	102	2	16	24	11	8	1	11	8	5	52	2	833
Steindachnerina cf. *notograptos* Lucinda & Vari, 2009	20	4	1		2		1		1	11	4		841
Steindachnerina sp1.				4									932
Cynodontidae													
Hydrolycus scomberoides (Cuvier, 1819)			1		3							2	920
Rhaphiodon vulpinus Spix & Agassiz, 1829		3	2	3		4	1		4	4		2	793

Erythrinidae													
Hoplias malabaricus (Bloch, 1794)	9	7	8	5	7	4	7	4	10	11	6	9	824
Hoplerythrinus unitaeniatus (Spix & Agassiz 1829)	1								2				879
Gasteropelecidae													
Carnegiella marthae (Myers, 1927)	5	2	9	1	8	2	1	11	2		2		814
Gasteropelecus cf. *sternicla* (Linnaeus, 1758)				6									926
Hemiodontidae													
Anodus elongatus Agassiz, 1829	3	1	5	2	12	12	8	5	4	2	15	7	817
Bivibranchia cf. *fowleri* (Steindachner, 1908)		2	6	6	2	6		4	4	2	13	2	808
Prochilodontidae													
Prochilodus nigricans Spix & Agassiz, 1829	6	4	2	6	9	10	1	2	14	17	24	15	822
Semaprochilodus taeniurus (Valenciennes, 1821)			1	1		4	1				2	1	857
Serrasalmidae													
Serrasalmus cf. *altispinis* Merckx, Jégu & Santos, 2000		6	4	5	4		26	5	2	2		15	870
Serrasalmus cf. *altuvei* Ramírez, 1965													
Serrasalmus eigenmanni Norman, 1929	2		13							3			933
Serrasalmus elongatus Kner, 1858		2		3			8			2			844
Serrasalmus maculatus Kner, 1858			8	6			4	2				2	877
Serrasalmus rhombeus (Linnaeus, 1766)			2	2			14	2				6	882
Serrasalmus cf. *spilopleura* Kner, 1858		4					2		2		2		889
Clupeiformes			2	2			14	2				6	882
Engraulidae													
Lycencgroulis botesii (Günther, 1868)						29		1	24				778
Pristigasteridae													
Pellona castelnaeana Valenciennes, 1847							1			3			789
Pellona flavipinnis (Valenciennes, 1837)			1	1	4	5	3	2	31	2	3	3	785
Cyprinodontiformes													
Rivulidae													
Rivulus compressus (Henn, 1916)												6	970

Gymnotiformes													
Apteronotidae *Apteronotus albifrons* (Linnaeus, 1766)		2	8										908
Gymnotidae													
Gymnotus carapo Linnaeus, 1758											5		911
Hypopomidae													
Steatogenys duidae (La Monte, 1929)							4					4	907
Rhamphichthyidae													
Rhamphichthys rostratus (Linnaeus, 1766)			8			2	8						897
Sternopygidae													
Eigenmannia macrops (Boulenger, 1897)				3		7			12				892
Eigenmannia virescens (Valenciennes,1836)			1		2		25		2			2	835
Lepidosireniformes													
Lepidosirenidae													
Lepidosiren paradoxa Fitzinger, 1837					4							12	819
Myliobatiformes													
Potamotrygonidae													
Potamotrygon motoro (Müller & Henle, 1841)	1			1		9		1			2		935
Osteoglossiformes													
Arapaimatidae													
Arapaima gigas (Schinz, 1822)			6			5	7	4		4		6	787
Osteoglossidae													
Osteoglossum bicirrhosum (Cuvier,1829)			1	1			4	5	3			8	934
Cichliformes													
Cichlidae													
Apistogramma linkei Koslowski, 1985					5		2						904
Astronotus crassipinnis (Heckel, 1840)							3						788
Astronotus ocellatus (Agassiz, 1831)						4							929
Chaetobranchopsis orbicularis (Steindachner, 1875)	1				1								944

Chaetobranchus flavescens Heckel, 1840		5	2	2									922
Cichla ocellaris Bloch & Schneider, 1801	2				7	4	2		6		3		812
Cichla monoculus Bloch & Schneider, 1801	2	6	2	2				3					931
Cichlasoma sp1.				6	11		4		5		2		943
Geophagus jurupari (Quoy & Gaimard, 1824)				5									849
Heros severus Heckel, 1840					4	2			9			6	855
Mesonauta festivus (Heckel, 1840)				3		2							864
Satanoperca jurupari (Heckel, 1840)			3		8	3	3		9	2			942
Scianidae													
Plagioscion squamosissimus (Heckel, 1840)	1	2	4	5	7	1	4	5	8	2		3	823
Siluriformes													
Auchenipteridae													
Ageneiosus brevifilis (Valenciennes, 1840)		2		3						4			869
Ageneiosus uranophthalmus Ribeiro & Rapp Py-Daniel,2010		4		6			1						825
Ageneiosus vittatus Steindachner, 1908	4	1	2										906
Auchenipterichthys coracoideus (Eigenmann & Allen,1942)		5		41	2		8				3		827
Auchenipterus osteomystax (Miranda Ribeiro, 1918)	3		5	7	3	3		2		8			784
Auchenipterus nuchalis (Spix & Agassiz, 1829)		19	25	10	62	20	37	19	27	11	12	2	941
Centromochlus cf. *heckelii* (De Filippi, 1853)		3		7									831
Parauchenipterus galeatus (Linnaeus, 1758)					7	8							930
Trachelyopterus striatulus (Steindachner, 1877)	19	5	3		2	2	5	1	6		3	2	796
Callichthyidae													
Brochis splendens (Castelnau, 1855)	5									5	12		913
Dianema longibarbis Cope, 1872	2								1	2			861
Cetopsidae													
Cetopsis coecutiens (Lichtenstein, 1819)				4									846
Doradidae													
Agamyxis pectinifrons (Cope, 1870)	6		4								1		915

Anadoras regani (Steindachner, 1908)			2			1	2							895
Astrodoras asterifrons (Kner, 1853)										3				928
Hassar sp.							12		9					794
Nemadora humeralis (Kner, 1855)		8		3	22	2		11		1		1		828
Nemadoras elongatus (Boulenger 1898)		1		2		2	2	1	2	1			2	782
Nemadora sp1.					1		1	22						838
Oxydoras niger (Valenciennes, 1821)		3			2		4				3	2		890
Platydoras cf. *armatulus* (Valenciennes, 1840)		2	4		3							2		916
Platydoras costatus(Linnaeus, 1758)		8		6										918
Rhinodoras gallagheri Sabaj Pérez, Taphorn & Castillo, 2008			13			2						1	2	832
Heptapteridae														
Pimelodella picta (Steindachner, 1876)		1				4				4			6	880
Loricariidae														
Ancistrus ranunculus Muller, Rapp Py-Daniel & Zuanon, 1994	1	4		2		4		1	2	1	850			
Dekeyseria cf. amazonica Rapp Py-Daniel, 1985		6	1	4	2	4	2	5	2	2	4		9	783
Hemiodontichthys acipenserinus (Kner, 1853)			6											927
Hypoptopoma thorocotum (Günther, 1868)			9		5	16	33	16	12	11	11	25		791
Hypoptopoma gulare Cope, 1878		22	8	9	4	22	34	23	15	10	15	8		804
Hypostomus cf. *plecostomus* (Linnaeus, 1758)		1		6	1		2	2	1	3				830
Hypostomus pagei Armbruster, 2003					8									875

Hypostomus pyrineusi (Miranda Ribeiro, 1920)			4			2		2			903
Hypostomus sp.1	1				2	2	2		1		885
Hypostomus sp.2							2		1		852
Loricariichthys nudirostris (Kner, 1853)				1		3	2	13			887
Loricariichthys cf. *platymetopon* Isbrücker & Nijssen, 1979			1	8	4	4	5		9	5	797
Loricariichthys anus (Valenciennes, 1836)					2						899
Peckoltia bachi (Boulenger, 1898)						8					863
Pseudorinelepis genibarbis (Valenciennes, 1840)	3	2				1					914

Pterygoplichthys disjuntivus (Boulenger, 1895)	1	2				6	3	2	1				940
Rineloricaria cf. *parva* (Boulenger, 1895)	11	8	3	2	9	11	6		2	2	2		829
Sturisoma nigrirostrum Fowler, 1940	6			8				5					917
Sturisoma sp1.		2			3								939
Pimelodidae													
Brachyplatystoma vaillantii (Valenciennes, 1840)						8	4						839
Calophysus cf. *macropterus* (Lichtenstein, 1819)	8	2			4		1						938
Hemisorubim platyrhynchos (Valenciennes, 1840)		5			4	5		1					923
Hypophthalmus edentatus Spix & Agassiz, 1829	9	2	4	5	6	4	3	3	6	1	77		795
Leiarius marmoratus (Gill, 1870)			2	1	3	3							893
Phractocephalus hemioliopterus (Bloch & Schneider, 1801)			6	4						1			912
Pimelodina flavipinnis Steindachner, 1876						5			3				881
Pimelodus albicans (Valenciennes, 1840)			4	5	8	2	4	4	2	5	9		937
Pimelodus blochii Valenciennes, 1840	9		3	7	1 2	4		2	3		1	4	813
Pimelodus maculatus Lacepède, 1803				3						2			860
Pimelodus sp1.		2											834
Pinirampus pirinampu (Spix & Agassiz 1829)	1								2	1		2	818
Pseudoplatystoma fasciatum (Linnaeus, 1766)		4		1		2	2				4	3	843
Pseudoplatystoma tigrinum (Valenciennes, 1840)		2	4	1		2	3			1	2	2	862
Surubim lima (Schneider, 1801)	2		8	2	8	8	5		5	9	4	4	781
Synbranchiformes													
Synbranchidae													
Synbranchus marmoratus Bloch, 1795				3								2	859

Table 3. Composition of fish fauna in twelve oxbow lakes of the Middle Purus River. Total individuals per site, total of individuals per biotope, richness per site, richness per Biotope and Shannon_H. BL=Bom Lugar; IG=Igarapé Preto; SAC=Sacado; AN=Anuri; CA=Cameta; SANT=Santana; FO=Flor do Ouro; ITA=Itapira; FLO=Floresta; LN=Lake Novo and LV=Lake Verde.

Hydrological connectivity	Lakes	Number of individuals	Individuals by biotope	Species richness	Richness bybiotope	Shannon_H
High connectivity	BL	899		65		3.22
	IG	496		67		3.64
	SAC	535	2612	68	131	3.64
	NA	682		86		3.73
	CA	1006		75		3.4
Medium connectivity	SANT	633		79		3.94
	FO	704	3066	79	123	3.77
	SALP	723		62		3.09
	ITA	1412		73		2.79
Low connectivity	FLO	324		58		3.71
	LN	847	2969	59	113	3.19
	LV	386		59		3.7

4. DISCUSSION

Overall, the oxbow lakes of the Middle Purus River have a high diversity of fish, which may be associated primarily with different degrees of hydrological connectivity. This connectivity, caused by expansions of the river banks due to hydrological pulse, does in fact provide a richness of habitats for countless species and consequently an increase in fish diversity. Similar aspects were also observed by Crampton (2011) who evaluated ecological perspectives of the diversity and distributions of Neotropical fish. Another central factor relevant to fish diversity in lakes and environmental heterogeneity is the presence of banks of aquatic macrophytes, as they provide shelter against possible predators, as well as breeding grounds and feeding locations for the ichthyofauna. Moreover, the vast diversity of fish identified in the lakes might reveal evolutionary processes in the dispersion of species, where the most adapted tend to achieve greater success in colonization. Albert and Reis (2011) maintain that ecological processes have a direct correlation with the diversification of fish species, mainly in river basins of the Neotropics, with special emphasis on the Amazon River Basin.

The Purus River is one of the main ecosystems of the Neotropical region and, according to Silva *et al*. (2010), is characterized by a variety of environments which directly influences increased fish diversity. Another important factor influencing the

richness of species in lake systems is the flood pulse, which accelerates nutrient cycling, resulting in increased food resources during the wet season, thus enabling countless species to thrive in their habitats (JUNK *et al*., 2012). For instance, lakes with high hydrological connectivity showed greater fish diversity, evidencing the importance of the hydric balance in the movement and colonization of fish species. While studying flood plain areas in Central Amazon, Junk (1997) showed that the river's hydrological connection enables the movement of species between different habitats. In the present study, oxbow lakes that lost connectivity during low hydrological levels showed a decrease in the richness of fish species, strongly indicating the influence of the river's hydric pulse over the fish community, and which in turn entails changes in the physical, chemical and biological characteristics of the oxbow lakes.

Among the main orders identified in the lakes with varying degrees of connectivity, the Characiformes and Siluriformes were predominant, both in species and abundance. This dominance pattern follows a common model found in many studies conducted in Amazon environments (LOWE-McCONNELL, 1987; SABINO; ZUANON, 1998; CLARO-GARCÍA, 2013; REIS *et al*., 2016). For example, previous studies conducted in the Purus River, such as that of Anjos *et al*. (2008) and Duarte *et al*. (2013), reported Characiformes and Siluriformes as being the dominant orders and a common standard in this Neotropical region. Ecological aspects such as different feeding tactics (LOWE-McCONNELL 1987; MÉRONA; RANK-DE-MÉRONA, 2004), reproductive strategies (WINEMILLER, 1989), as well as the ability to adapt and survive (JUCÁ- CHAGAS, 2004) may be key factors influencing the large abundance of Characiformes and Siliruformes orders in flood plain environments and oxbow lakes. These fish groups are attributed great ecological importance in aquatic ecosystems, such as for instance, balancing the structure of food webs (LOWE-McCONNEL, 1987; ARRINGTON; WINEMILLER, 2003; CORRÊA *et al*., 2012), energy flow and seed dispersal (WEISS *et al*., 2016).

Moenkausia sp. and *Psectrogaster amazônica* being examples of the most representative species in the lakes may be related to adaptation capability, reproductive rate and environmental structure—the presence of aquatic macrophytes and food availability, for instance. For example, *Moenkausia* sp. individuals were captured in lakes with the presence of aquatic macrophytes, which corroborates with the findings of Suçuarana *et al*. (2016) who captured a large number of individuals of

this species in oxbow lakes. In fact, macrophytes offer fish structural complexity and food availability, as well as shelter against possible predators (GRENOUILLET *et al*., 2002; AGOSTINHO *et al*., 2003; PADIAL et al., 2009). The species P*sectrogaster amazônica*, for instance, migrate to lake environments that may be favorable to their reproductive behavior and the physical-chemical characteristics of the water (FERNANDES, 1997). Moreover, basal species suchas curimatideos are especially significant to the food chain (CORRÊA *et al*., 2008).

Piranhas (Characidae: Serrasalminae) are among the main predators of the Neotropical freshwater ecosystems (ALMEIDA *et al*., 1998). Represent a large percentage of the number of individuals and of the total Osteichthyes biomass in the ecosystems where they inhabit (MAGO- LECCIA, 1970). What can justify the large number of individuals in the *Pygocentrus nattereri* captured in the lakes. *Pygocentrus nattereri* is one of the most abundant fish species in floodplain lakes in the Amazon, as observed in studies of Mérona and Bittencourt (1993) and Bevilaqua *et al.*(2010).

It is worth mentioning that lakes with greater abundance of fish species and low richness, such as the lakes Novo, Cameta and Floresta, show evidence of anthropic impacts, namely reducedriparian forest. According to Oberdorff *et al*. (2015), the loss of riparian forest can cause strong variations in the diversity and composition of the ichthyofauna, thus causing ecological imbalance. Moreover, it is important to emphasize that these environments in the middle region of the Purus River are essential for maintaining fishing grounds of various species such as *pseudoplatystoma fasciatum* and *pseudoplatystoma tigrinum*. Thus, the present study shows the importance of developing knowledge of the ichthyofauna in abandoned oxbow lakes, thereby contributing with relevant information on the composition and diversity of the fish species in the Middle Purus River. However, the lack of studies in this region hinders more precise assessments of these ecosystems and, for that reason, the presented data are important for achieving a better understanding of the ichthyofauna in these environments. Future studies that address various ecological aspects, such asreproductive aspects and trophic interactions, may provide a better understanding of the ecology ofthe species in these important ecosystems.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank CAPES (Coordination of Improved Development for Higher Education Students) for their technical and financial support. The Postgraduate Program in Ecology and Management of Natural Resources. A Rede SISBIOTA – Predadores topo-de-cadeia (CNPq Edital MCT/CNPq/MMA/MEC/CAPES/FNDCT–Ação Transversal/FAPs Nº 47/2010 - Sistema Nacionalde Pesquisa em Biodiversidade - SISBIOTA Brasil).

REFERENCES

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L.; JULIO Jr, H. F. Relações entre macrófitas e fauna de peixes;pp. 261–279, 2003.

AGOSTINHO, A. A.; BONECKER, C. C.; GOMES, L. C. Effects of water quantity connectivity: the case of teh upper Paraná River floodplain. **Ecohydrology & hydrobiology**, 9 (1): 99–113, 2009.

ALBERT, J.; REIS, R. E. **Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes**. Berkeley: University of California Press. 369 pp, 2011.

ALBERT, J.S.; CARVALHO, T. P.; PETRY, P.; HOLDER, M. A; MAXIME, E. L.; ESPINO, J.; CORAHUA, I.; QUISPE, R.; RENGIFO, B.; ORTEGA, H.; REIS, R. E.. Aquatic Biodiversity in the Amazon: Habitat Specialization and Geographic Isolation Promote Species Richness. **Animals** 1(2): 205-241, 2011.

ALHO, C. J. R.; REIS, R. E.; AQUINO, P. P. U. Amazonian freshwater habitats experiencing environmental and socioeconomic threats affecting subsistence fisheries. **Ambio** (Oslo) 44(5): 412-425, 2015.

ALMEIDA, V. L. L., HAHN, N. S.; AGOSTINHO, C. S. Stomach content of juvenile and adult piranhas (*Serrasalmus marginatus*) in the Paraná Floodplains, Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 33 (2): 100-105, 1998.

ALMEIDA, R. M., LOVEJOY, T. E.; ROLAND, F. Brazil's Amazon conservation in peril. **Science**,353 (629): 228-229, 2016.

ANJOS, H. D. B.; ZUANON, J.; BRAGA, T. M. P.; SOUZA, K. N. S. Fish, upper Purus River, state of Acre, Brazil. **Check List** 4(2): 198–213, 2008.

ARRINGTON, D. A.; WINEMILLER, K. O. Diel changeover in sandbank fish assemblages in a Neotropical floodplain river. **Journal of Fish Biology** 63(2): 442–459, 2003.

BEVILAQUA, D. R.; FREITAS, C. E.; SOARES, M. G. Crescimento e mortalidade de Pygocentrusnattereri Kner, 1985 em lagos de várzea da região de Manacapuru, Amazônia*.* **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, 5(2), 43-52, 2010.

BRUMMETT, R.; HARRISON, I.; STIASSNY, M. L.; SILVANO, R. A.; FITZGERALD, D. B.; PELICICE, F. M.; MCINTYRE, P. Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo,and Mekong. Volume 351, Pags. 128-129, 2016.

BUCKUP, P. A.; MMENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S. A. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007.

BUNN, S. E.; ARTHINGTON, A. H.. Basic principles and ecological consequences of altered flowregimes for aquatic biodiversity. **Environmental Management,** 30(4): 492-507, 2002.

CALCAGNOTTO, D.; SCHAEFER, S. A.; DE SALLE, R. Relationships among characiform fishes inferred from analysis of nuclear and mitochondrial gene sequences Molecular. **Phylogenetics and Evolution***,* 36 (1): 135 153, 2005.

CASTELLO, L. Lateral migration of *Arapaima gigas* in floodplains of the Amazon. **Ecology of Freshwater Fish**, 17(1): 38–46, 2008.

CASTRO, R. M. C.; VARI, R. P. Detritivores of the South American Fish Family Prochilodontidae(Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): A Phylogenetic and Revisionary Study. **Smithsonian Contributions to Zoology**, 622 (1): 1–189, 2004.

CLARO-GARCÍA, A.; SHIBATTA, A. O. The fish fauna of streams from the upper rio Tocantinsbasin, Goiás State, Brazil**. Check List**, 9 (1): 28–33, 2013.

CORRÊA, F.; CLAUDINO, M. C.; BASTOS, R. F.; HUCKEMBECK, S.; GARCIA, A. M. Feeding ecology and prey preferences of a piscivorous fish in the Lagoa do Peixe National Park, a BiosphereReserve in Southern Brazil. **Environmental biology of fishes**, *93*(1), 1-12, 2012.

CORRÊA, F.; PIEDRAS, S. R. N. Alimentação de cyphocharax voga (hensel, 1869) (characiformes, curimatidae) no arroio Corrientes, Pelotas, Rio Grande Do Sul, Brasil**. Biotemas**, 21(4), 117-122, 2008.

CRAMPTON, W. G. R. An ecological perspective on diversity ond distributions; pp. 165–189, in: J.S. Albert and R.E. Reis (eds.). Historical biogeography of Neotropical freshwater fishes. Berkeley, Los Angeles: **University of California Press**, 2011.

DUARTE, C.; DEUS, C. P. D.; PY-DANIEL, L. R. Comparação da eficiência relativa de dois apetrechos de coleta de peixes em praias no baixo rio Purus, Amazonas, Brasil. Volume 43, Número3, Pags. 383-387, 2013.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia, 3ª Ed. Rio de Janeiro: **Interciência**. 826 pp, 2011.

FERNANDES, C. C. Lateral migration of fishes in Amazon floodplains. **Ecology of freshwaterfish**, 6 (1):36–44, 1997.

FINK, S.; FINK, W. Interrelationships of Ostariophysan. **Interrelationships of fishes**, v. 209, 1996.

GÉRY, J. ***Characoids of the World***. Neptune City: Tropical Fish Hobbyist Publications. 672 pp, 1977.

GOULDING, M. The Fishes and the Forest. Berkeley, CL. 1980.

GOULDING, M.; BARTHEM, R.; FERREIRA, E. The Smithsonian: atlas of the Amazon. Smithsonian Hong Kong, 253 p. **History. University of California Press, Berkeley, USA**, 2003.

GRENOUILLET, G.; PONT, D.; SEIP, K. L. Abundance and species richness as a function of foodresources and vegetation structure: juvenile fish assemblages in rivers. **Ecography,** *25*(6), 641-650,2002.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software packagefor education and data analysis. **Palaeontologia electronica**, 4(1), 9, 2001.

JUCÁ-CHAGAS, R. Air breathing of the neotropical fishes Lepidosiren paradoxa, Hoplerythrinus unitaeniatus and Hoplosternum littorale during aquatic hypoxia. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 139, n. 1, p. 49-53, 2004.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. Herbaceous plants of the Amazon floodplain near Manaus: Species diversity and adaptations to the flood pulse. **Amazoniana: Limnologia et Oecologia Regionalis Systematis Fluminis Amazonas**, *12*(3/4), 467-484, 1993.

JUNK, W.J. Structure and function of the large central Amazonian River floodplains: Synthesis anddiscussion; pp. 455–473, in: W.J. Junk (eds.). **The Central Amazon Basin: Ecology of a Pulsing Basin**. Berlin, Germany: Springer, 1997.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; SCHÖNGART, J.; WITTMANN, F. A classification of major natural habitats of Amazonian white-water river floodplains (várzeas). **Wetlands Ecology andManagement**, 20(6), 461-475, 2012.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; LOURIVAL, R.; WITTMANN, F.; KANDUS, P.; LACERDA, L. D.; SCHÖNGART, J. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, 24(1), 5-22, 2014.

LATRUBESSE, E. El Cuaternario fluvial de la cuenca del Purus e el Estado de Acre, Brasil [PhDThesis]. Argentina: Universidad Nacional de San Luis. 152 pp, 1992.

LEVÊQUE, C.; OBERDORFF, T.; PAUGY, D.; STIASSNY, M. L. J.; TEDESCO, P. A. Global diversity of fish (Pisces) in freshwater. In **Freshwater animal diversity assessment** (pp. 545-567).Springer, Dordrecht, 2007.

LOWE-McCONNEL, R. H. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge: **Cambridge University Press**.382 pp, 1987.
MAGO-LECCIA, F. 1970. Estudios preliminares sobre la ecología de los peces de los llanos. **ActaBiológica Venezuelana**, 7 (1): 71-102, 1970.

MÉRONA, B.; BITTENCOURT, M. M. Les peuplements de poissons du" Lago do Rei", un lac d'inondation d'Amazonie central: description générale. **Amazoniana: Limnologia et Oecologia Regionalis Systematis Fluminis Amazonas**, 12(3/4), 415-441, 1993.

MÉRONA, B. D.; RANKIN-DE-MÉRONA, J. Food resource partitioning in a fish community ofthe central Amazon floodplain**. Neotropical Ichthyology**, 2(2), 75-84, 2004.

OBERDORFF, T.; JÉZÉQUEL, C.; CAMPERO, M.; CARVAJAL-VALLEJOS, F.; CORNU, J. F.; DIAS, M. S.; TEDESCO, P. A. Opinion Paper: how vulnerable are Amazonian freshwater fishes toongoing climate change?. **Journal of Applied Ichthyology**, 31, 4-9, 2015.

PADIAL, A. A.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A. Effects of structural heterogeneity provided by the floating macrophyte Eichhornia azurea on the predation efficiency and habitat use of the small Neotropical fish Moenkhausia sanctaefilomenae. **Hydrobiologia**, 624(1), 161-170, 2009.

RAPP-PY-DANIEL, L.; DEUS, C. P. Avaliação preliminar da ictiofauna e comentários sobre a pesca no baixo Rio Purus. **Piagaçu-Purus: Bases científicas para a criação de uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável**, p. 31-47, 2003.

REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, JR. C. J. **Checklist of the freshwater fishes ofSouth and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS. 742 pp, 2003.

REIS, R.E.; ALBERT, J.S.; Di DARIO, F.; MINCARONE, M. M.; PETRY, P.; ROCHA, L. A.

Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of Fish Biology***,* 89 (1): 12–47, 2016.

SABINO, J.; ZUANON, J. A stream fish assemblage in central Amazonia: distribution, activity patterns and feeding behavior. **Ichthyology Explore Freshwaters**, 8(3): 201-210, 1998.

SUÇUARANA, S. M.; VIRGÍLIO, L. R.; VIEIRA, L. J. S. Trophic structure of fish assemblages associated with macrophytes in lakes of an abandoned meander on the middle river Purus, BrazilianAmazon. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, ***38*****(**1), 37-46, 2016.

SILVA, F. R.; FERREIRA, E. J.; DE DEUS, C. P. Structure and dynamics of stream fish communities in the flood zone of the lower Purus River, Amazonas State, Brazil. **Hydrobiologia,** 651(1), 279-289, 2010.

SILVANO, R. A. M. **Peixes do Alto Rio Juruá (Amazonas, Brasil)**. EdUSP. 304 pp, 2001.

STAAS, S.; NEUMANN, D. Reproduction of fish in the lower river Rhine and connected gravel- pit lakes. **Water Science and Technology**, 29(3), 311-313, 1994.

TRANCOSO, R.; CARNEIRO FILHO, A.; TOMASELLA, J.; SCHIETTI, J.; FORSBERG, B.R.; MILLER, R.P. Deforestation and conservation in major watersheds of the Brazilian Amazon. ***Environmental Conservation***, 36: 277-288, 2009.

WETZEL, R. G. Limnología. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. vol. 14. 1993.

WINEMILLER, K. O. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonalenvironments. **Oecologia**, 81(2), 225-241, 1989.

WEISS, B.; ZUANON, J. A.; PIEDADE, M. T. Viability of seeds consumed by fishes in a lowland forest in the Brazilian Central Amazon. **Tropical Conservation Science**, 9(4), 1940082916676129,2016.

SOBRE O ORGANIZADOR

Edilson Antonio Catapan: Doutor e Mestre em Engenharia da Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2005 e 2001), Especialista em Gestão de Concessionárias de Energia Elétrica pela Universidade Federal do Paraná - UFPR (1997), Especialista em Engenharia Econômica pela Faculdade de Administração e Economia - FAE (1987) e Graduado em Administração pela Universidade Positivo (1984). Foi Executivo de Finanças por 33 anos (1980 a 2013) da Companhia Paranaense de Energia - COPEL/PR. Atuou como Coordenador do Curso de Administração da Faculdade da Indústria da Federação das Indústrias do Paraná - FIEP e Coordenador de Cursos de Pós-Graduação da FIEP. Foi Professor da UTFPR (CEFET/PR) de 1986 a 1998 e da PUCPR entre 1999 a 2008. Membro do Conselho Editorial da Revista Espaço e Energia, avaliador de Artigos do Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP e do Congresso Nacional de Excelência em Gestão - CNEG. Também atua como Editor Chefe das seguintes Revistas Acadêmicas: Brazilian Journal of Development, Brazilian Applied Science Review e Brazilian Journal of Health Review.